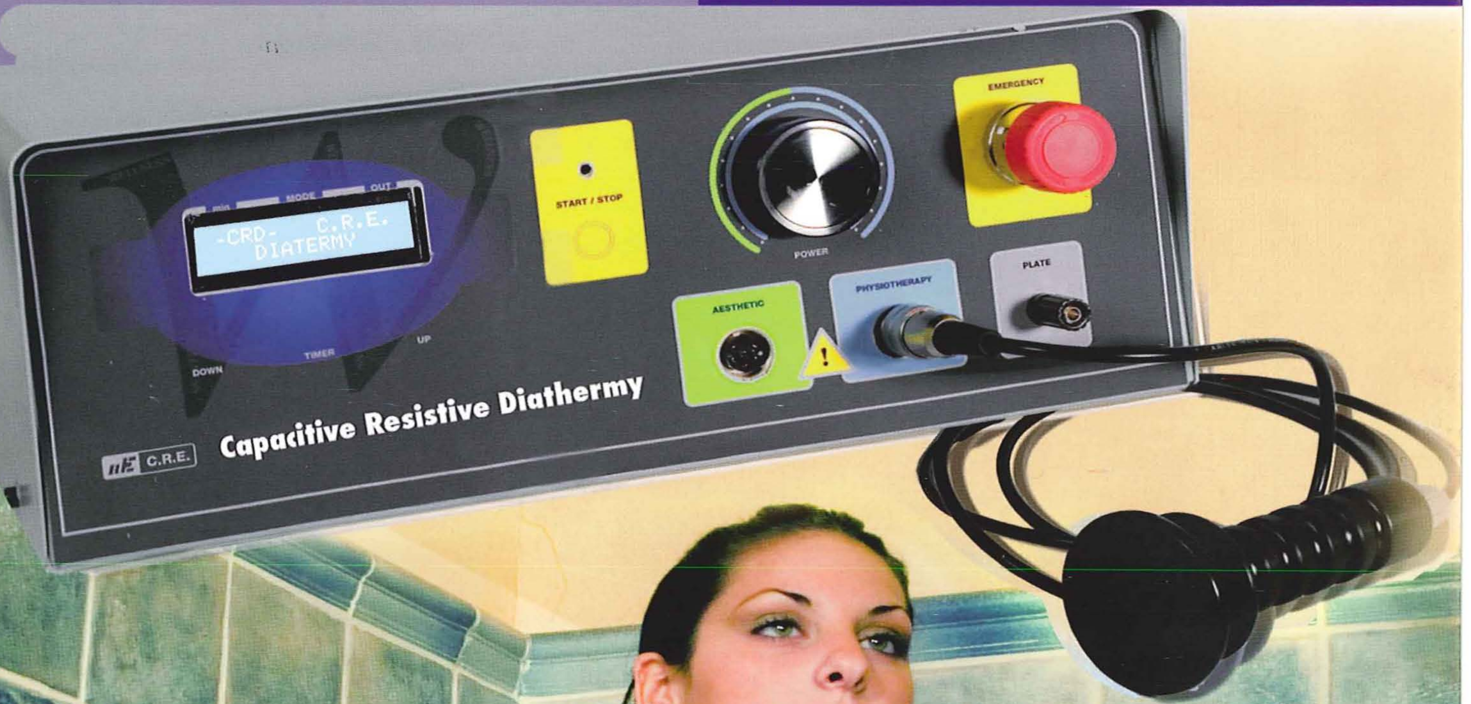
Speciale diatermia

Supplemento a Nuova Elettronica attualmente in edicola





€ 9,00

Nuova Elettronica si Specializza ...

Cosa significa? *Nuova Elettronica è da più di 40 anni, e cioè dal lontano* ***1969****, una delle riviste più amate ed apprezzate dagli appassionati di elettronica. E questo consenso vogliamo conservare e, se possibile, accrescere.*

*Per questo abbiamo deciso di dare vita ad una nuova collana editoriale, quella dello "Speciale", destinata ad affiancarsi alle già collaudatissime collane degli "****Handbook****" e dei corsi per i principianti come "****L'elettronica partendo da zero****", che tanti nuovi lettori hanno contribuito ad attirare nel vasto mondo dell'elettronica.*

Cosa è lo "Speciale"? *E' un* ***supplemento straordinario*** *alla rivista, che tratterà in modo ampio ed esauriente tutti quegli argomenti di particolare interesse, dedicati alla* ***salute****, al* ***benessere*** *e all'****ambiente****, che, per ragioni di spazio, non possiamo approfondire adeguatamente all'interno dei numeri ordinari della rivista.*
All'interno di questa pubblicazione troveranno posto, oltre alla ***spiegazione*** *tecnica del* ***progetto****, anche inserti con* ***curiosità****,* ***informazioni storiche****,* ***interviste*** *a* ***specialisti****, ecc.*

Questo primo numero è dedicato al progetto di un nostro ***nuovo apparecchio elettro-medicale****, che sfrutta un sistema di cura ampiamente utilizzato in* ***fisiatria****, nella* ***medicina*** *dello* ***sport*** *ed in campo* ***estetico****:*

la ***Diatermia Capacitiva-Resistiva (DCR)***

Nello Speciale spiegheremo che cos'è la ***Diatermia****, qual è il suo* ***principio*** *di* ***funzionamento*** *e la sua* ***efficacia terapeutica****, e illustreremo l'****impiego*** *dello* ***strumento*** *dal punto di vista* ***concreto****, avvalendoci di tavole che ne descrivono le* ***numerose applicazioni pratiche****.*
Altri numeri usciranno in futuro, ogniqualvolta sentiremo la necessità di analizzare uno specifico argomento.

Con questa iniziativa pensiamo di aver fatto cosa gradita a tutti quei lettori che avevano il desiderio di approfondire alcune materie particolarmente interessanti, senza per questo "sacrificare" i progetti e gli articoli che presentiamo di consueto sulla rivista.



la Redazione

Editore
Centro Ricerche Elettroniche
Via Cracovia, 19 – 40139 Bologna
Tel. +39 051 461109 / 464320
Fax +39 051 450387
http://www.nuovaelettronica.it

Fotocomposizione
Printedita s.r.l.
Via Francia, 7/B
37024 Negrar VR

Photo Editor
Punto RGB Photo Studio

Stabilimento Stampa
Grafica Editoriale Printing s.r.l.
Via E. Mattei, 106 – 40138 Bologna

Distributore Esclusivo per l'Italia
PARRINI e C. S.p.A.
00189 Roma – Via Vitorchiano, 81
Tel. 06/334551 – Fax 06/33455488
20134 Milano – Via Forlanini, 23
Tel. 02/754171 – Fax 02/76119011

Direttore Responsabile
Righini Leonardo

SUPPLEMENTO N.1

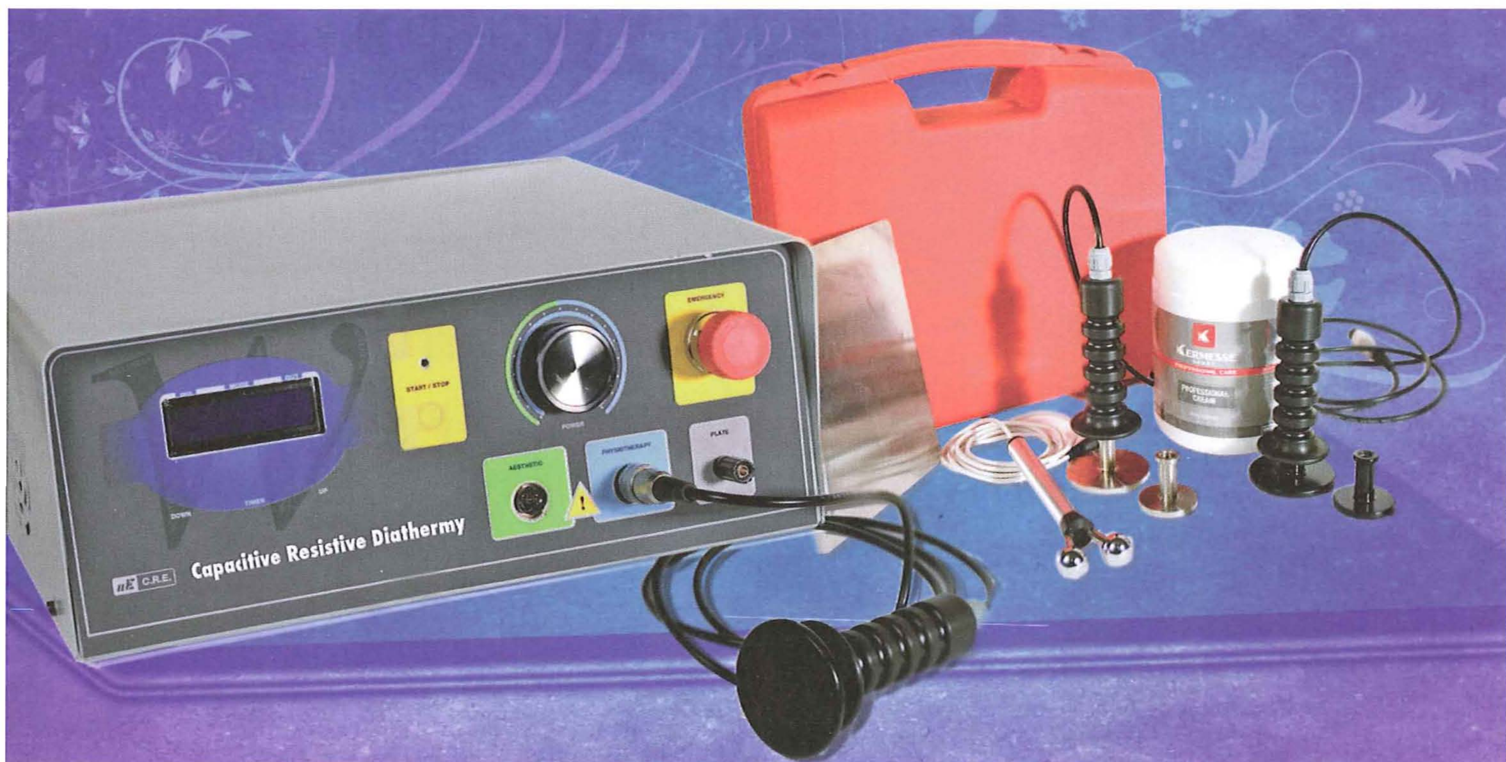
alla Rivista NUOVA ELETTRONICA

DIATERMIA CAPACITIVA RESISTIVA

INDICE

Associato all'USPI
(Unione stampa
periodica italiana)





DIATERMIA

In questo articolo vi presentiamo una nuova apparecchiatura bio-medicale, la Diatermia Capacitiva-Resistiva, meglio conosciuta come DCR, che si affianca alle già collaudate Magnetoterapia a Bassa e Alta frequenza e al Generatore ad Ultrasuoni da 1 e da 3 MHz. Grazie alla notevole penetrazione del suo campo elettrico a 470 kHz la Diatermia C-R consente di raggiungere i tessuti in profondità, svolgendo una efficace azione curativa in numerose patologie muscolari e ossee. Pur essendo nata a scopo terapeutico, questa metodica trova applicazione anche in campo estetico, ove viene utilizzata nella distensione e nel rassodamento della cute.

Quando abbiamo deciso di ampliare la nostra serie di **apparecchi** per la **salute** aggiungendo un nuovo strumento bio-medicale, e cioè la "**diatermia capacitiva-resistiva**", i **medici** e i **fisiatri** da noi interpellati ci hanno confermato che questa metodica terapeutica non solo **funziona**, ma consente di curare in modo efficace numerose e diverse **patologie**.

Consultando poi la letteratura medica specializzata ci siamo accorti che se da un lato esiste un ampio resoconto sui risultati positivi ottenuti con la **diatermia capacitiva-resistiva**, chiamata anche **DCR**, quando si tratta di chiarirne il funzionamento dal punto di vista elettrico, le spiegazioni si fanno piuttosto confuse.

La realtà, come abbiamo capito, è che mentre

sono indiscutibili i risultati ottenuti con questo trattamento, molti non ne conoscono appieno il **principio** di **funzionamento**.

In alcun casi la **diatermia** viene apparentata alle cure che prevedono l'irradiazione delle zone malate con **onde elettromagnetiche**, come nel caso della **radar terapia** a **microonde**.

Altre volte si dice che l'effetto curativo è ottenuto mediante **onde radio** di media frequenza. Ma questo non è del tutto vero, perché se così fosse non si userebbero **due elettrodi**, ma ne sarebbe sufficiente uno solo, che funziona da **antenna**.

Nessuna delle indicazioni che abbiamo trovato è in grado di spiegare i vantaggi che rendono così interessante questo metodo di cura rispetto ad altri, e cioè la notevole capacità della **DCR** di penetrare in **profondità** nei tessuti e la sua possibilità di esercitare la sua azione benefica in **diverse parti** del corpo e cioè nelle **fasce muscolari**, nello **strato adiposo**, nel **connettivo** e nel **tessuto osseo**.

E così, un po' perché l'elettronica è il nostro "pane quotidiano", ma soprattutto perché è un nostro obiettivo farvi comprendere come funzionano i circuiti che presentiamo, abbiamo cercato di capire il principio che sta alla base di questo trattamento.

Sul mercato sono attualmente disponibili diversi apparecchi per **diatermia**, uno dei quali è la **Tecarterapia®**, prodotto dalla Unibell International.

Sebbene possa essere considerata a giusta ragione la moderna versione della **Marconi terapia**, una metodica ben nota, affermatasi agli inizi degli anni '70 e tuttora largamente praticata negli ambulatori di fisioterapia, la **DCR** se ne discosta per alcune differenze, niente affatto trascurabili.

Innanzitutto per la sua superiore **capacità** di **penetrazione**.

Mentre nella **Marconi terapia** vengono utlizzate **onde elettromagnetiche** a **27 MHz**, infatti,

capacitiva - resistiva



Fig.1 La diatermia è una terapia innovativa che sfrutta l'effetto curativo del calore. Ciò che la distingue dalle altre termoterapie è che il calore agisce in profondità perché viene generato direttamente all'interno dei tessuti biologici. E' inoltre presente un importante effetto bioelettrico, che ha la proprietà di riattivare il metabolismo cellulare e l'eliminazione delle tossine, accelerando i processi di guarigione. La diatermia trova ampia applicazione in medicina fisiatrica, nella riabilitazione sportiva, e in campo estetico.

TECAR® e **TECARTERAPIA®** sono marchi registrati della Unibell International.

nella **DCR** si impiegano **campi elettrici** ad una frequenza molto più bassa, compresa fra **0,45** e **0,6 MHz**.

La frequenza inferiore fa sì che la **DCR** sia in grado di far nascere un **riscaldamento profondo** direttamente dall'**interno** dei tessuti biologici.
Ed è proprio questa sua peculiarità a renderla interessante dal punto di vista terapeutico, perché consente di portare l'azione benefica del **calore** in profondità all'interno del corpo, laddove altri presidi medicali, come gli **infrarossi** oppure gli **ultrasuoni**, non riescono ad arrivare.

Nella **DCR non** vengono impiegate **onde elettromagnetiche**, ma si sfrutta il principio fisico del **condensatore**, al quale è applicato un **campo elettrico variabile** ad una frequenza di **470 kHz**, in grado di generare il riscaldamento dei tessuti viventi.

E' interessante notare, inoltre, che accanto all'effetto terapeutico primario, quello del **calore**, è presente un importante **effetto secondario**, di tipo **bioelettrico**, il quale, agendo sulla polarizzazione della membrana della cellula, ha come risultato la **riattivazione** del **metabolismo cellulare** e il cosiddetto "**wash out**", cioè la eliminazione delle **tossine** dai tessuti.
Tutto questo si traduce in un rafforzamento dei processi riparativi e in una accelerazione della guarigione.

Per di più, con una opportuna disposizione degli elettrodi e un attento dosaggio della potenza è possibile discriminare in quale delle diverse **parti** del corpo (**fasce muscolari**, **strato adiposo**, **connettivo**, **tessuto osseo**, ecc.) esercitare maggiormente il trattamento.

Questa ed altre caratteristiche fanno della **diatermia capacitiva-resistiva** un **mezzo** di **cura potente** che, in quanto tale, va utilizzato da **medici** e **fisiatri esperti**.

Bisogna riconoscere che molti dei meccanismi che concorrono a rendere efficace la sua azione terapeutica sono tuttora sconosciuti.
Per questo siamo convinti che, pur avendo già riscosso in questi anni una notevole affermazione in campo medico, questa terapia non abbia ancora espresso appieno tutte le sue potenzialità, e sia in grado di riservarci per il futuro nuove piacevoli sorprese.

La DIATERMIA, una terapia INNOVATIVA

La **diatermia capacitiva-resistiva**, indicata anche con la sigla abbreviata **DCR**, è una forma di **termoterapia**, cioè una metodica che genera **calore** all'interno dei tessuti del corpo a scopo **terapeutico**.

Si dice che la **DCR** è una termoterapia **endogena** perché il calore non viene irradiato dall'**esterno** come in altre forme terapeutiche, ad esempio le lampade ad infrarossi, ma viene prodotto direttamente all'**interno** dei **tessuti**, mediante l'applicazione di un **campo elettrico** variabile ad **alta frequenza**.

La metodica della **DCR** prevede l'impiego di una **coppia** di **elettrodi**, uno **fisso** ed uno **mobile**, che vengono posizionati in modo che la parte da curare venga a trovarsi interposta tra di essi, come rappresentato in fig.2.
In questo modo si viene a creare un vero e proprio **condensatore**, nel quale gli **elettrodi** rappresentano le **armature** mentre il **tessuto** del **corpo** costituisce il **dielettrico**.

L'originalità di questa metodica dipende dalle caratteristiche costruttive degli **elettrodi** che, come vedremo più avanti, sono studiati in modo da ottenere particolari **effetti biologici**.

Agli elettrodi viene applicata una **tensione alternata** ad una **frequenza** di **470 kHz**.
Questo significa che all'interno dei tessuti compresi tra gli elettrodi si viene a creare un **campo elettrico** la cui direzione si inverte **470.000 volte** al **secondo**.

Per capire quali sono gli effetti prodotti da questo campo elettrico variabile ad alta frequenza occorre prima spendere due parole sulla composizione dei tessuti biologici.

Il nostro corpo è composto all'incirca per il **60-70%** di **acqua**, nella quale sono disciolte una grande quantità di sostanze, necessarie al funzionamento del nostro organismo.

Come saprete l'acqua ha la caratteristica di possedere una molecola **polare**, in grado di **dissociare** i sali minerali in essa disciolti in tante coppie di **ioni**, ovvero di **atomi** aventi carica elettrica **opposta**.

Se per esempio sciogliete in acqua del comune **sale** da **cucina**, ossia del **cloruro** di **sodio NaCl**, le sue molecole si scindono formando

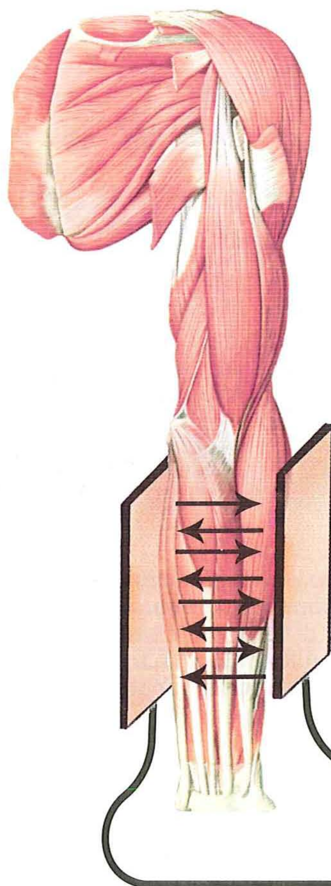


Fig.2 La DCR sfrutta il principio del condensatore applicato al campo biologico. L'elettrodo fisso e l'elettrodo mobile costituiscono le armature, mentre i tessuti biologici formano il dielettrico. Applicando agli elettrodi un campo elettrico variabile ad una frequenza di 470 kHz, si genera all'interno dei tessuti un forte movimento delle cariche elettriche presenti al loro interno, che ha come risultato la produzione di calore per effetto Joule.

due diversi tipi di **ioni**, e precisamente gli ioni **Sodio Na+**, aventi carica **positiva**, e gli ioni **Cloro Cl-**, aventi carica **negativa** (vedi fig.3).

Se ora immergete nell'acqua **due elettrodi** in **grafite** ed applicate ai loro capi la **tensione continua** prelevata da una **batteria** (vedi fig.4), gli **ioni Sodio**, aventi carica **positiva**, migreranno verso il **catodo**, cioè l'elettrodo collegato al polo **negativo** della batteria, mentre gli **ioni Cloro**, aventi carica **negativa**, migreranno verso l'**anodo**, cioè verso l'elettrodo collegato al polo **positivo**.

L'applicazione di una tensione agli elettrodi induce perciò nell'acqua la formazione di una **corrente elettrica** dovuta agli **ioni** aventi carica **positiva**, che si spostano in **un senso**, e agli **ioni** aventi carica **negativa**, che si spostano in senso **opposto**.

Non fate l'errore di pensare che le due correnti ioniche, essendo di verso opposto, si **annullino** l'una con l'altra, perché gli ioni positivi giunti al **catodo** si combineranno con gli elettroni forniti dalla batteria, dando luogo ad una corrente diretta dal polo **negativo** della batteria al **catodo**.

Gli ioni negativi si dirigeranno invece verso l'**anodo** dove depositeranno elettroni, generando una corrente verso il polo **positivo** della batteria che ha lo stesso verso della prima.

Se lasciassimo applicata per un certo tempo la tensione agli elettrodi otterremmo il noto fenomeno della **elettrolisi** della soluzione.
Se ora invertiamo la tensione ai capi degli elettrodi, anche le due correnti date dagli ioni di carica opposta invertono le rispettive direzioni e la corrente complessiva presenta il verso opposto.

Applicando agli elettrodi una tensione alternata ad una certa **frequenza**, le cariche si muoveranno prima in un verso e poi nel verso opposto, seguendo ogni volta la direzione del campo elettrico.

Se aumentiamo la frequenza percorreranno un tratto sempre più breve **oscillando** intorno ad un punto intermedio.

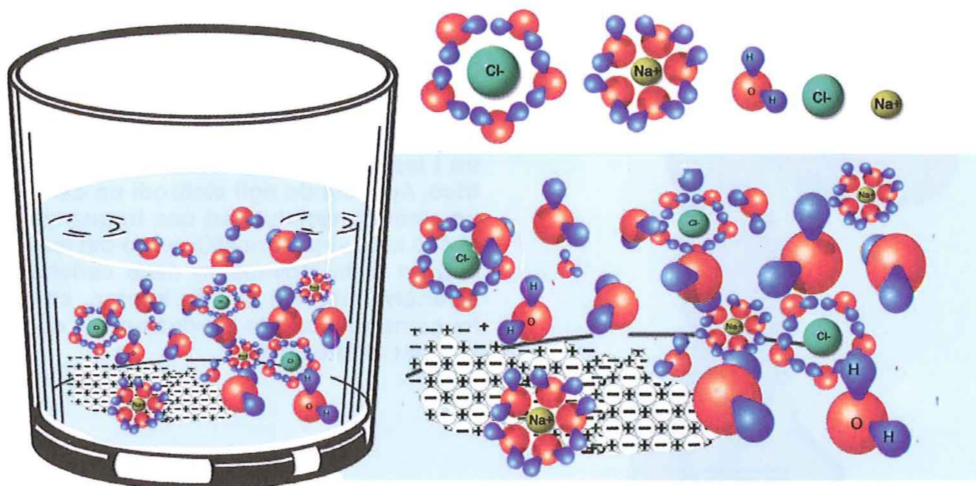


Fig.3 Se si scioglie del cloruro di sodio, cioè del comune sale da cucina in acqua, la molecola del sale si dissocia negli atomi che la compongono, formando due tipi di ioni: gli atomi di sodio Na + a carica positiva e gli atomi di cloro Cl - a carica negativa. Gli ioni, essendo dotati di carica elettrica, "attirano" poi le molecole di acqua circostanti, che essendo polari, si dispongono nella configurazione qui rappresentata.

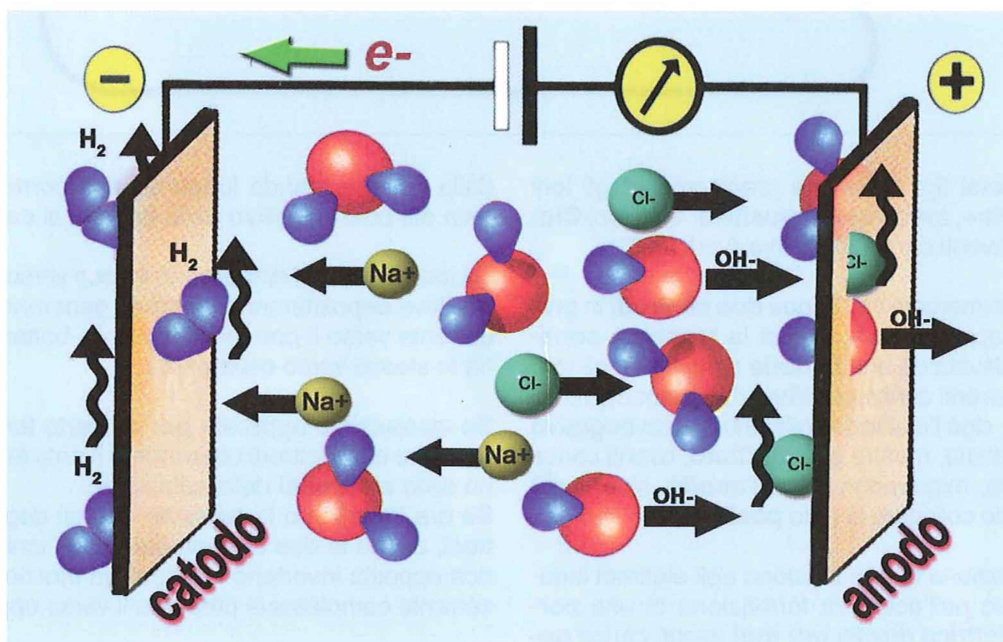


Fig.4 Se ora si immergono due elettrodi nella soluzione di cloruro di sodio in acqua, e si applica tra loro una differenza di potenziale, gli ioni di sodio Na + a carica positiva migreranno verso il catodo mentre gli ioni di cloro Cl – a carica negativa migreranno verso l'anodo. Se si inverte la polarità della tensione applicata agli elettrodi le cariche si muoveranno in senso opposto.

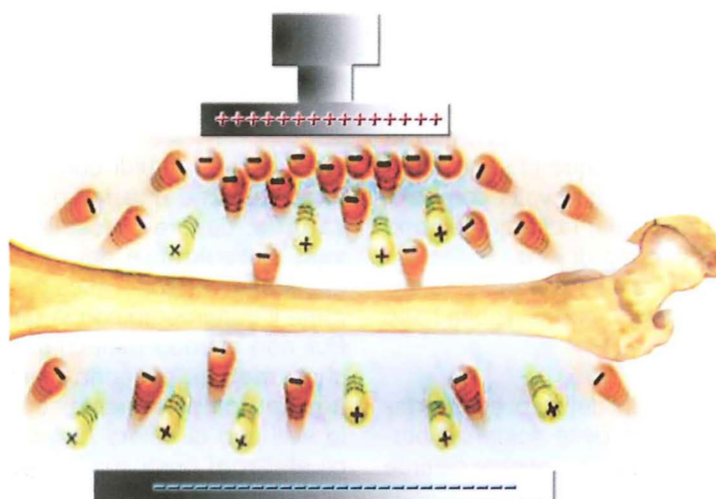


Fig.5 In questa figura e in quella successiva è schematizzato il principio di funzionamento della DCR. I tessuti biologici sono interposti tra i due elettrodi, l'elettrodo fisso, o di ritorno, posto nella parte inferiore e l'elettrodo mobile, posto nella parte superiore. Essendo ricchi di acqua e di sali, sono presenti al loro interno numerose cariche elettriche, sotto forma di ioni positivi e ioni negativi. Quando all'elettrodo mobile viene applicata una tensione positiva rispetto all'elettrodo fisso, si ha un rapido spostamento delle cariche all'interno del dielettrico. Gli ioni negativi vengono attratti dall'elettrodo mobile mentre gli ioni positivi vengono respinti verso l'elettrodo fisso.

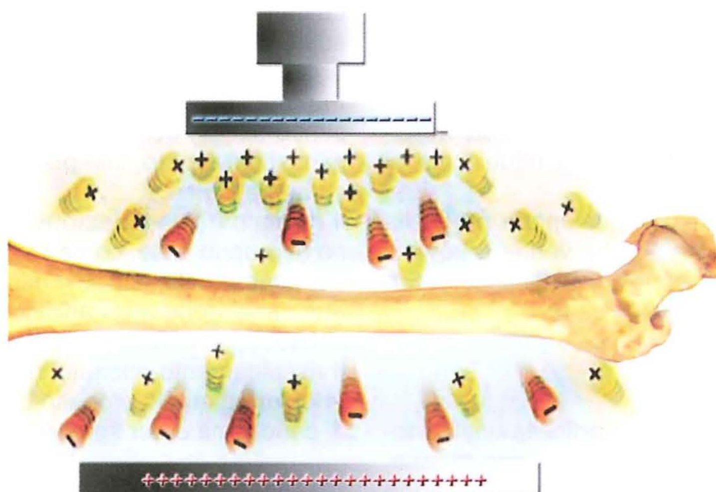


Fig.6 Non appena il campo elettrico inverte la sua polarità, la tensione negativa applicata all'elettrodo mobile determina un allontanamento degli ioni negativi e una attrazione degli ioni positivi. Nel primo caso si genera una corrente il cui verso convenzionale è diretto dall'elettrodo mobile all'elettrodo fisso. In questo caso si genera una corrente nel verso opposto.
La diatermia sfrutta una continua inversione del campo elettrico, ad una frequenza di circa 470.000 volte al secondo. L'effetto è una produzione di calore direttamente all'interno del dielettrico, cioè dei tessuti biologici, dovuta all'urto delle cariche elettriche in rapidissimo movimento, con le altre molecole.

Questo continuo spostamento degli **atomi** dotati di carica elettrica, determina una **corrente** elettrica **alternata** e la produzione di **calore** per **effetto Joule**.

Il modello che abbiamo appena descritto spiega il principio di funzionamento della **DCR**, con la differenza che al posto dell'acqua ci sono i **tessuti biologici**, i quali sono a loro volta composti per la maggior parte di acqua, nella quale sono disciolte sostanze sotto forma di **ioni**.
Al posto degli elettrodi in grafite ci sono l'elettrodo **mobile** e l'elettrodo **fisso**, come visibile nelle figg.5-6.

In realtà, dal punto di vista del loro comportamento elettrico, le molecole delle sostanze presenti nei tessuti corporei possono essere distinte in 3 gruppi, e cioè:

- **molecole dotate di carica**
- **molecole bipolari**
- **molecole non polari**

Se si vuole comprendere fino in fondo come avviene l'azione riscaldante della **diatermia** occorre vedere come si comporta ciascuna di queste molecole nel momento in cui viene sottoposta ad un campo elettrico variabile ad alta frequenza come quello della **DCR**.

Ricordiamo innanzitutto che le cariche elettriche elementari che costituiscono gli atomi della materia sono l'**elettrone**, a carica elettrica **negativa**, e il **protone**, avente carica uguale ma di segno **positivo**.
Sappiamo inoltre che una qualunque particella dotata di **carica** elettrica **q** che venga a trovarsi all'interno di un **campo elettrico** di intensità **E** è soggetta ad una **forza F** uguale a:

$$F = q \times E$$

Questa forza produce nella particella una **accelerazione** che è proporzionale alla sua **massa**, all'intensità del **campo** e al valore della **carica** elettrica.

Detto questo vediamo come si comportano le diverse molecole in presenza di un campo elettrico.

Molecole dotate di carica

Nei tessuti viventi c'è grande abbondanza di queste molecole, formate principalmente da **ioni** e da alcune **proteine**.
Sottoposte ad un campo elettrico, subiscono una accelerazione secondo le linee di forza del campo. Se il campo elettrico è variabile, queste molecole **oscillano** continuamente attorno ad una posizione intermedia, convertendo negli urti con le altre molecole la loro **energia cinetica** in **calore** (vedi fig.7).

I tessuti ed i liquidi corporei che maggiormente contengono questo tipo di molecole, e cioè il **sangue**, oppure i tessuti fortemente irrorati da **vasi sanguigni**, e dai **condotti linfatici**, sono quelli che vengono riscaldati più facilmente durante il trattamento con la **diatermia**.
Pur non avendo molecole dotate di carica, anche i **metalli**, essendo ottimi conduttori, hanno uguale comportamento. In questo caso, però, lo sviluppo di calore è dato dal movimento degli **elettroni** posti sugli orbitali esterni, anziché dagli atomi.
Se all'interno dei tessuti sono presenti **placche**, **chiodi** e **protesi metalliche**, queste tenderanno a riscaldarsi rapidamente creando un'area di **pericoloso surriscaldamento**.
Prima di eseguire il trattamento è perciò assolutamente necessario accertarsi che **non siano presenti corpi metallici** di questo tipo.

Molecole bipolari

Le molecole di questo tipo sono presenti nei tessuti biologici sotto forma di **acqua** e di alcune **proteine**.
Pur non potendo parlare di carica elettrica in senso stretto, queste molecole costituiscono un minuscolo **dipolo**, che può essere **orientato** dal campo elettrico.
Il risultato è una **rotazione** della molecola attorno al proprio asse, come l'ago della bussola.
Se il campo elettrico è variabile, la rotazione nei due sensi genera un **attrito** tra le molecole che si traduce in **calore** (vedi fig.8).
Il riscaldamento ottenuto in questo modo risulta **inferiore** a quello prodotto dalle molecole dotate di carica, ma è pur sempre rilevabile.

Molecole non polari

Un esempio tipico di molecole non polari è quello delle cellule di **grasso**.
Nonostante non siano dotate di carica elettrica, né di una conformazione polare, queste molecole rispondono ugualmente alla **diatermia**.
In questo caso la produzione di calore non avviene né per spostamento di cariche né per rotazione della molecola, ma semplicemente per **deformazione** della **nube elettronica** degli atomi che la compongono (vedi fig.9).

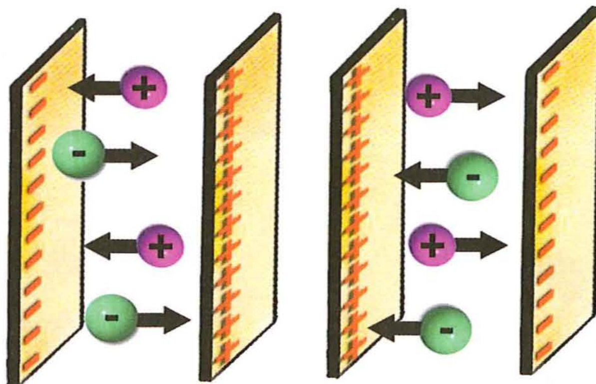


Fig.7 La figura mostra cosa succede alle cariche di tipo ionico presenti nei tessuti biologici, quando vengono sottoposte ad un campo elettrico variabile. Gli ioni a carica positiva si spostano verso l'elettrodo negativo, mentre gli ioni a carica negativa si spostano verso l'elettrodo positivo.
Invertendo il campo elettrico, le cariche si muovono in senso opposto e gli urti con le altre molecole determinano lo sviluppo di un intensa quantità di calore.

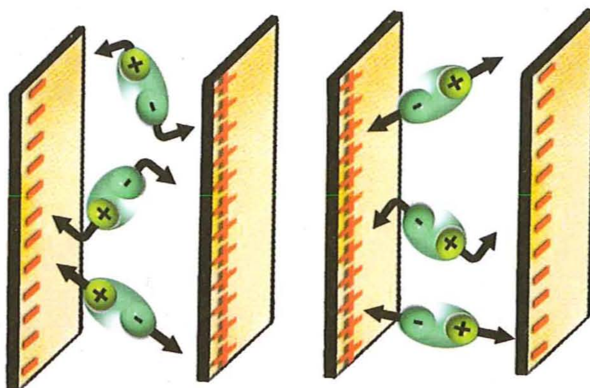


Fig.8 Le molecole polari, come quelle dell'acqua e di alcune proteine, non si spostano all'interno dei tessuti ma compiono una rotazione su se stesse, prima in un senso poi nell'altro, per seguire le linee di forza del campo elettrico variabile. In questo caso è l'attrito dovuto alla frizione con le molecole adiacenti a produrre calore.

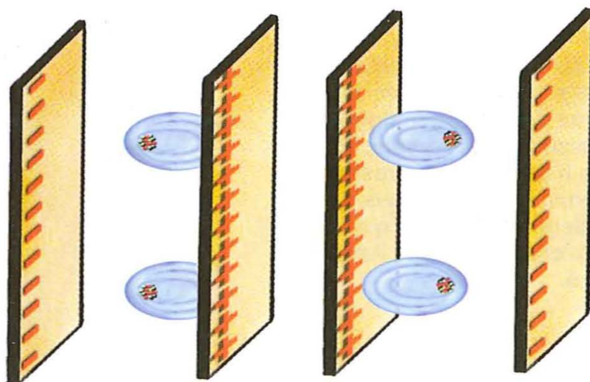
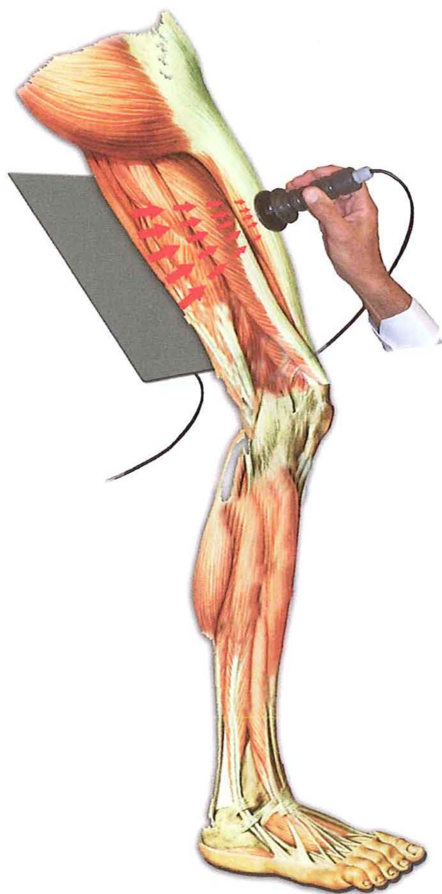
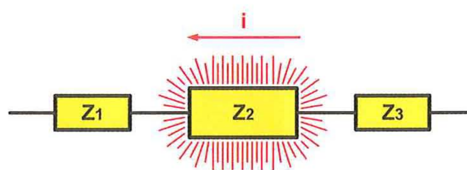


Fig.9 Anche nelle molecole non polari, come quelle dei tessuti grassi, il campo elettrico è in grado di produrre comunque un effetto termico, anche se più debole. Il calore viene generato dalla deformazione della nube elettronica che circonda gli atomi di queste sostanze.



applicazione TRASVERSALE



$$W = Z_2 \times i^2 \times \cos\varphi$$

W = energia dissipata in Watt
Z = impedenza in Ohm
i = corrente efficace in Ampere
φ = angolo sfas. tens/corr

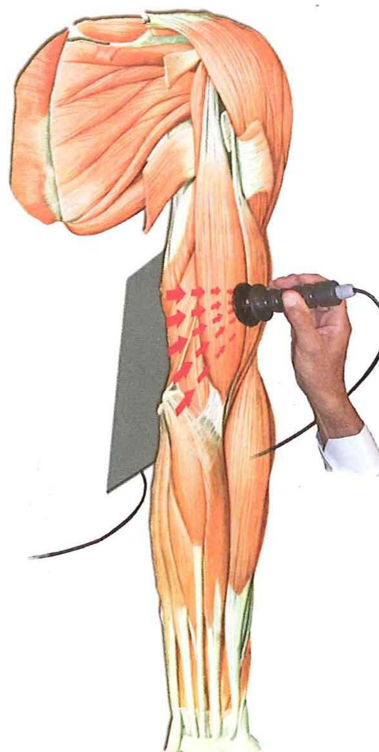
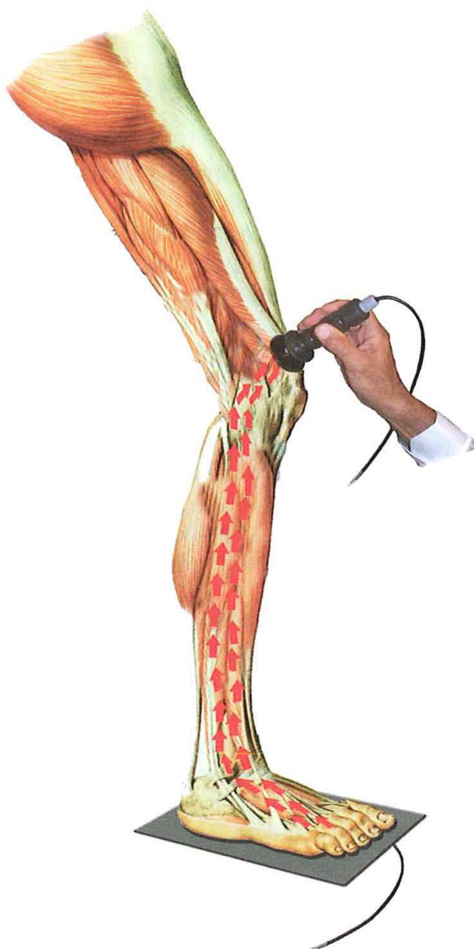
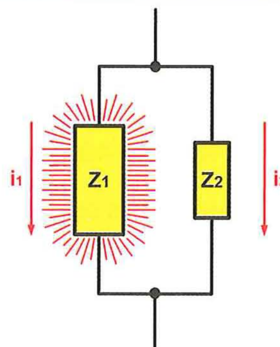


Fig.10 Posizionando opportunamente gli elettrodi, è possibile scegliere dove indirizzare la produzione del calore. In figura è illustrata la disposizione trasversale. Poiché in questo caso il tessuto che presenta la maggior impedenza è quello osseo, con una disposizione degli elettrodi di questo tipo è al suo interno che si sviluppa il maggiore effetto termico.



applicazione LONGITUDINALE



$$W = Z_1 \times i^2 \times \cos\varphi$$



Fig.11 Nella figura è rappresentata la disposizione degli elettrodi in senso longitudinale. In questa configurazione i tessuti vengono attraversati dalla corrente nel senso della loro lunghezza. Il maggior effetto termico si produrrà in questo caso laddove la corrente è più alta, cioè nel tessuto ad impedenza minore. Perciò, con una disposizione di questo tipo si ottiene una distribuzione del calore soprattutto all'interno delle fasce muscolari.

Anche i materiali che compongono le **protesi plastiche**, ad esempio il **polietilene**, pur non essendo buoni conduttori, **possono essere danneggiati** dalla diatermia, soprattutto se sono presenti parti metalliche che con il loro riscaldamento possono denaturare questo materiale.
Occorre perciò verificare che **non vi siano protesi di questo tipo** nei tessuti prima di dare inizio al trattamento.
I 3 tipi di molecole che abbiamo citato sono presenti in diversa proporzione nei tessuti viventi, e ne influenzano fortemente la conduttività e il comportamento rispetto ad un campo elettrico.

COME si sviluppa il CALORE

Anche se alla produzione di calore concorrono diversi fenomeni, si ipotizza che il riscaldamento dei tessuti sia dovuto prevalentemente all'**effetto Joule** collegato alle **correnti elettriche alternate** prodotte all'interno della zona interessata dal campo elettrico ad alta frequenza.

L'intensità di queste correnti dipende sia dal valore della **tensione** applicata che dalla sua **frequenza**, dato che i tessuti biologici, sottoposti a campi magnetici alternati, si comportano come una **impedenza** elettrica di tipo prevalentemente **capacitivo**.

Il valore della impedenza complessiva di un tessuto è dato dalla risultante delle diverse impedenze dei tessuti che lo compongono, e cioè dalle **fasce muscolari**, dallo **strato adiposo**, dal **tessuto osseo**, ecc., ognuno dei quali contribuisce in modo diverso alla conduzione della corrente elettrica.

A questo proposito, per capire dove si sviluppa maggiormente l'effetto termico, risulta fondamentale definire il modo in cui vengono posizionati gli elettrodi.

Se, per esempio, collochiamo gli elettrodi metallici paralleli tra loro, in modo che il campo elettrico "veda" **trasversalmente** i diversi **strati** che compongono il tessuto biologico, come rappresentato in fig.10, il modello elettrico equivalente che possiamo ipotizzare è quello indicato in figura, e cioè un circuito nel quale le impedenze di ciascuno strato sono collegate tra loro **in serie**.

Con questa disposizione degli elettrodi, otterremo uno sviluppo di calore nello strato che presenta una **maggiore impedenza**, cioè una maggiore resistenza all'attraversamento della corrente.

La **quantità** di **calore** dissipata per effetto Joule in un **tempo t** in **secondi**, segue infatti la nota relazione:

$$Q = 0{,}239\ Z \times I^2 \times \cos\varphi \times t$$

dove:
Q è la quantità di **calore** in **calorie**
Z è l'**impedenza** in **ohm**
I è la **corrente efficace** in **Ampère**
Cosφ è il fattore di potenza che dipende dallo sfasamento φ esistente tra **tensione** e **corrente**
t è il **tempo** in **secondi**

In questo caso, poiché la corrente che attraversa le diverse impedenze è la stessa, la maggior potenza termica si svilupperà sullo strato di tessuto che presenta l'**impedenza maggiore**.
Con questa disposizione **trasversale** degli elettrodi, i tessuti che subiscono il maggiore riscaldamento sono perciò il **grasso**, il **tessuto fibroso** e l'**osso**.
In fig.11 è rappresentata invece la disposizione degli elettrodi metallici in modo **longitudinale**. Anche in questo caso gli elettrodi sono paralleli tra loro, ma ora i diversi tessuti del corpo non sono più attraversati in senso trasversale ma nel senso della loro **lunghezza**.
Il circuito elettrico equivalente rappresentato in figura è quello delle diverse impedenze relative a ciascuno strato di tessuto, che risultano ora come se fossero collegate tra loro in **parallelo**.
Con questa configurazione, il maggiore riscaldamento avviene nei tessuti che presentano la migliore conduzione di elettricità, cioè nei tessuti a **minore impedenza**, come il **muscolo**, e in generale tutti i tessuti fortemente irrorati di **sangue**.
Oltre che dai **vasi sanguigni**, una buona conduzione è offerta anche dai **nervi** e dai **tendini**, che subiscono perciò con la diatermia **longitudinale** un rapido riscaldamento
Una terza disposizione degli elettrodi, quella cosiddetta **complanare**, dà invece luogo ad un ulteriore diversa distribuzione del calore.
In questo caso, gli elettrodi sono posti entrambi sul **medesimo manipolo** a breve distanza l'uno dall'altro, e la conduzione elettrica avviene superficialmente nei tessuti immediatamente sottostanti la cute, generando un effetto termico che non supera generalmente **1-2 cm** di profondità.
La disposizione complanare consente di ottenere un riscaldamento **meno profondo** della zona che è interposta tra i due elettrodi, e viene utilizzata in campo estetico per **rivitalizzare** e **rassodare** la cute e per il trattamento degli **inestetismi cutanei** (**ascessi**, **foruncoli**, ecc.).

Una scoperta ... "elettrizzante"

Non sono rari nella storia della scienza gli episodi nei quali i ricercatori non hanno esitato a mettere a repentaglio la loro incolumità, pur di arrivare a dimostrare la validità di una teoria o anche solo di una semplice intuizione.

*Basta ricordare gli esperimenti di volo di **Leonardo**, l'autoinoculazione del vaiolo di **Jenner**, o le prove del parafulmine di **Franklin**, per citarne solo alcuni.*
*Ed è proprio con un esperimento di questo genere che nel **1892** il medico e fisico francese **Jacques-Arsène d'Arsonval** (1851-1940) sfida il pericolo e, per verificare come si comporta il corpo umano al passaggio dell'elettricità, si fa attraversare insieme ad un assistente di cui la storia non ci ha tramandato il nome, da una **corrente** ad **alta frequenza** dell'incredibile valore di **1 Ampère**.*
Sebbene fosse noto che una simile quantità di elettricità poteva risultare fatale, egli si dispose alla prova con animo sereno e, sopravvissuto, raccontò di aver provato unicamente una sensazione di piacevole calore.



Jacques-Arsène d'Arsonval

*D'Arsonval sperimentò così sulla sua pelle che una corrente di **frequenza superiore ai 10 kHz**, non solo **non è dannosa**, perchè non dà luogo a contrazioni muscolari e non agisce sui nervi sensoriali, ma è in grado di produrre una certa quantità di **calore** nelle parti del corpo che attraversa.*

*Questo esperimento segnerà una nuova tappa nella storia della **elettrofisiologia**, una branca della medicina che veniva nascendo in quegli anni, e che porterà successivamente ad importanti scoperte.*

*Già da tempo, e precisamente dai lavori di **Luigi Galvani**, che per primo aveva dimostrato l'azione della elettricità sui tessuti viventi, fisici, medici e ricercatori si erano gettati a capofitto nello studio della nuova scienza, che si proponeva di scoprire gli effetti prodotti sul corpo umano dalla forma di energia appena scoperta, l'elettricità.*

*Nel **1833** il neurologo francese **Duchenne** de **Boulogne**, applicando ai muscoli facciali di alcune cavie una coppia di elettrodi e "faradizzandoli", come si diceva allora, mediante un potenziale elettrico, aveva scoperto che era in grado di deformare la fisionomia delle persone, producendo curiose smorfie. Questi studi sulla conduzione dell'elettricità nei nervi saranno presto seguiti da altri, e contribuiranno a far luce sulle complesse relazioni tra sistema nervoso e apparato neuromuscolare. E tutto il secolo XIX sarà percorso da questo fremito "elettrizzante", che lo attraverserà a partire dalla "Belle Epoque" per arrivare fino ai giorni nostri.*

*E' nel **1899** che **D'Arsonval** dà inizio ai suoi primi **esperimenti terapeutici** presso l'Hotel Dieu di Parigi, insieme al neurologo austriaco **Moritz Benedikt**.*
*Nello stesso periodo incontra **Nicola Tesla**, in viaggio in Europa, e lo mette al corrente dei suoi tentativi di produrre l'"**ipertermia**", o meglio la "**febbre artificiale**", come veniva chiamata allora l'induzione di calore nel corpo umano tramite correnti elettriche ad alta frequenza.*

*Questi lavori, riguardanti l'**azione terapeutica** delle **correnti** ad alta **frequenza**, rivoluzioneranno la fisica biologica e saranno la base dei moderni trattamenti elettroterapici.*

*Insieme al bio-fisico francese lavora intanto da qualche tempo un suo discepolo, il giovane ingegnere russo **Georges Lakhovsky**, venuto a Parigi per perfezionare gli studi.*

*Nel **1923**, presso la Clinica Chirurgica della Salpetriere, **Lakhovsky** conduce numerosi esperimenti di **ipertermia** utilizzando un **oscillatore** a **triodi** di sua progettazione, in grado di generare onde sinusoidali con frequenza variabile manualmente da **30** fino a **150 MHz** con una potenza di uscita di **10 - 12 W**.*

*Grazie al suo contributo e a quello di altri ricercatori, tra cui ricordiamo i tedeschi **Schliepacke** ed **Esau**, la tecnica di produzione del calore all'interno dei tessuti biologici si perfeziona, e gli impulsi di corrente a **frequenza variabile** vengono presto sostituiti da emissioni **continue** a **frequenza fissa**, gettando le basi della diatermia che oggi conosciamo.*

*Lo sviluppo progressivo delle **valvole termoioniche**, che consente di realizzare oscillatori in grado di erogare potenze sempre maggiori, porta rapidamente ad ulteriori progressi, consentendo la diffusione di apparecchi per la diatermia su larga scala.*

*Da allora l'impiego in medicina delle correnti ad alta frequenza comincia ad essere utilizzato nel trattamento delle affezioni dolorose dell'**apparato muscolo-scheletrico**, e diventa uno dei metodi più diffusi, in alternativa agli altri tipi di terapia fisica basati sul **calore**.*

Gli effetti del CALORE sul corpo umano

*Il termine **diatermia** (dal greco **dia**: attraverso, **thermos**: calore) fu coniato per la prima volta agli inizi del **'900** da un altro pioniere della elettroterapia, **Karl Nagelschmidt**, e viene utilizzato per indicare il riscaldamento prodotto nei tessuti biologici da **correnti** ad **alta frequenza**.*

Il riscaldamento ottenuto in questo modo presenta alcuni vantaggi rispetto ad altre forme di termoterapia, come il contatto con un corpo riscaldato oppure l'esposizione alla radiazione infrarossa.



*Prima di tutto, la **profondità** raggiungibile con questo sistema risulta notevolmente superiore: mentre nel contatto con una superficie calda, la temperatura all'interno dei tessuti scende già nello spazio di **pochi millimetri** al valore fisiologico di **37°C**, il riscaldamento elettromagnetico, essendo generato per **effetto Joule** direttamente all'interno dei tessuti interessati, permette di ottenere una distribuzione di temperatura più regolare, che può arrivare anche ad una profondità di **diversi centimetri**, non raggiungibili con altri mezzi esterni.*
*Inoltre, il calore sviluppato in questo modo può essere convogliato su un **volume** molto **esteso** del corpo, consentendo il trattamento anche di porzioni ampie di tessuto, come le grosse fasce muscolari.*
Gli effetti prodotti dal calore sul corpo umano sono molteplici:





Vasodilatazione

*Il primo effetto del riscaldamento consiste in una **vasodilatazione**, che ha come risultato l'**iperemia**, cioè un aumento del **volume** e del **flusso** di **sangue** nei tessuti.*

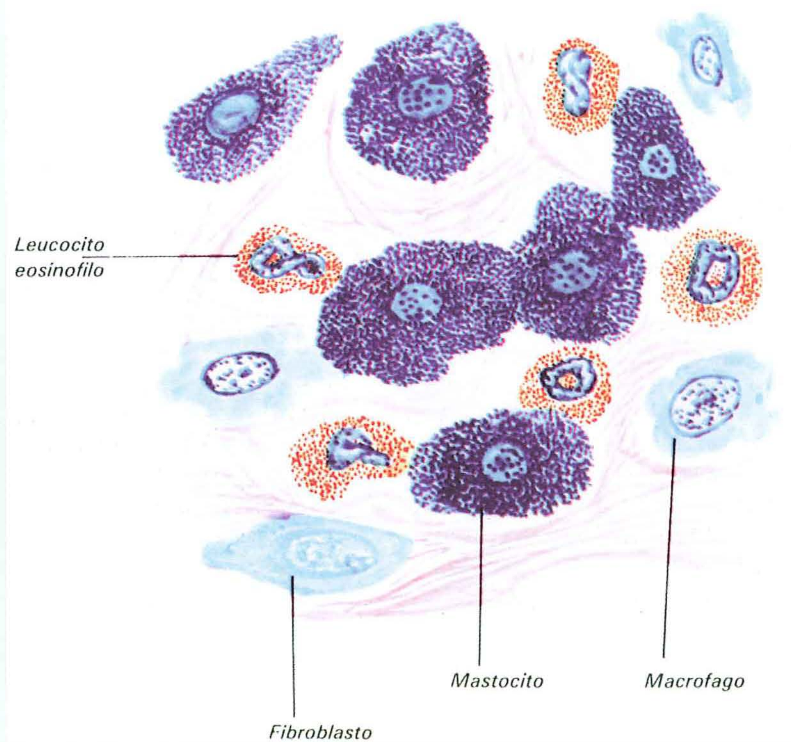
*La vasodilatazione è il prodotto di diversi meccanismi. Agendo sui piccoli sfinteri muscolari che ne comandano l'apertura o la chiusura, l'aumento della temperatura provoca la dilatazione delle **arteriole** e dei **capillari**, che vengono così maggiormente irrorati di sangue.*

*Contemporaneamente, l'incremento del livello di alcuni **metaboliti** nel sangue, dovuto all'aumento della attività metabolica prodotto dal calore, agisce sulle pareti dei vasi, aumentando ulteriormente la vasodilatazione.*

*L'arrivo nei distretti del corpo di una maggiore quantità di sangue è essenziale per il fenomeno della guarigione ed è interessante notare che l'aumento del flusso può avvenire anche in aree **lontane** da quelle riscaldate, per effetto dei riflessi trasmessi dal nervo spinale.*

*L'aumento del flusso sanguigno si riscontra anche negli organi e nei tessuti **profondi**, ma è normalmente meno marcato che nella pelle, a causa dei complessi meccanismi della termoregolazione, che tendono a privilegiare la circolazione nei vasi superficiali in modo da garantire lo smaltimento del calore, a spese della circolazione profonda.*

*La presenza di alcuni mediatori chimici, come l'**istamina** e la **bradichinina**, associati al calore, può agire sulla **permeabilità** dei capillari e questo, insieme ad un aumento della **pressione idrostatica**, può generare un **edema**.*
*E' per questa ragione che l'applicazione del calore deve essere evitata nelle prime **48 ore** susseguenti ad un trauma, cioè nella fase **acuta**, mentre risulta benefica nella fase successiva e in genere nelle cura delle infiammazioni croniche.*



Attività cellulare

*Un altro effetto del calore sul corpo umano consiste nell'**aumento** della **attività** di numerose **reazioni biochimiche** che sovrintendono al suo funzionamento e in particolare di quelle che interessano il meccanismo di **ricambio** delle **cellule**.*
*L'effetto termico agisce infatti direttamente a livello del **metabolismo cellulare**, che incrementa di circa un **13 %** per ogni **°C** di aumento della temperatura.*

*Il risultato è una maggiore richiesta di **ossigeno** e di **sostanze nutritive** da parte dei tessuti, e una accelerazione nella **espulsione** dei **prodotti indesiderati** del **metabolismo**.*
*Tutto questo si traduce in un beneficio terapeutico che accelera i processi di guarigione da **traumi** e da **infezioni**.*

Estensibilità dei tessuti e collagene

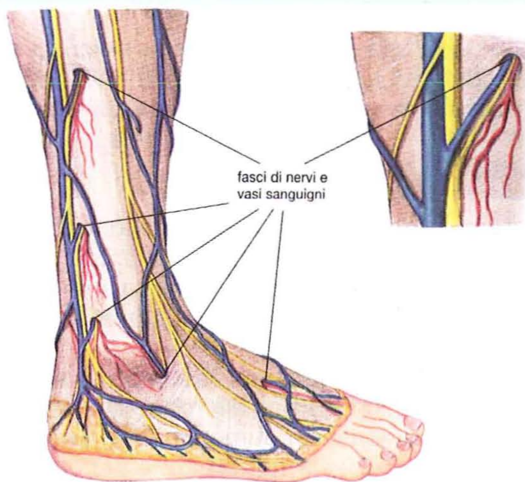
*Le proprietà di alcuni tessuti possono essere modificate notevolmente dalla temperatura. Una di queste è ad esempio l'**estensibilità** dei **tendini**, che incrementa con l'aumentare della temperatura, con il risultato che in seguito all'applicazione di una certa forza, il tendine si allungherà maggiormente, se sottoposto a riscaldamento.*
*Allo stesso modo le **articolazioni** reagiscono ad un aumento di temperatura **riducendo** la loro **resistenza** al **movimento**, che diviene perciò più **ampio** e più **fluido**, come se il calore avesse la capacità di **diminuire** la **viscosità** del liquido sinoviale.*
*Numerosi studi condotti in campo animale hanno evidenziato la differenza di comportamento del **collagene** all'aumentare della temperatura e l'aumento della sua **elasticità** sotto l'effetto termico.*
La diminuzione della contrattura e la riduzione della rigidità articolare vengono sfruttate in fisiatria e nella medicina sportiva con applicazioni preventive di calore sulle parti interessate, prima di sottoporle ad esercizi di allungamento e di riabilitazione attivi o passivi.



Tono muscolare

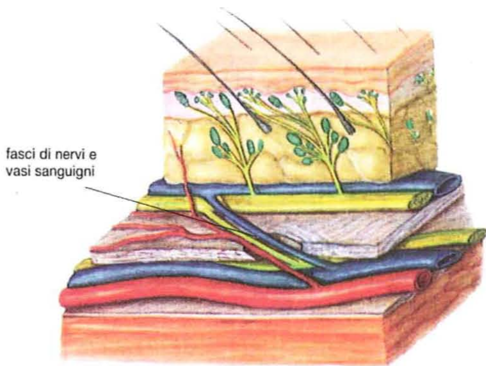
*Tra gli effetti primari del calore ci sono la variazione del **tono muscolare** e la **riduzione** del **dolore**. Questi due effetti sembrano strettamente correlati e si influenzano tra loro reciprocamente. Sebbene non se ne conoscano ancora appieno i meccanismi, è accertato che il calore è in grado di **ridurre** il **tono muscolare,** e si è notato che l'aumento del tono derivante da alcune patologie, si riduce in seguito all'applicazione del **calore.** Questa azione è il risultato di numerosi fattori. Innanzitutto il miglioramento del metabolismo aerobico riduce la **fatica** ed elimina i prodotti di scarto come l'**acido lattico;** secondariamente il calore agisce direttamente sulla attività dei **neurorecettori periferici,** tra cui gli **organi** del **Golgi,** la cui attività risulta **incrementata.***

*Tutti questi fattori contribuiscono alla **riduzione** del **tono** e allo stesso tempo dello **spasmo muscolare** secondario, che ad un incremento del tono sembra associato.*
*L'effetto è contemporaneamente anche quello della **riduzione** dello **stimolo doloroso.***
*Un'altra spiegazione della riduzione del dolore sembra essere il fatto che la trasmissione della sensazione termica dai distretti periferici al sistema nervoso centrale avrebbe la **"precedenza"** sugli impulsi nocicettivi deputati a trasferire la sensazione dolorosa.*
*A questo fenomeno sarebbe associato anche un aumento nella secrezione di **endorfine.***
Comunque, quali che siano i meccanismi di azione, il calore è considerato da sempre un mezzo efficace nel produrre sollievo dal dolore.



Tessuto osseo

Gli effetti sulla struttura ossea paiono derivare principalmente dall'aumento dell'afflusso di sangue, indotto dal calore all'interno della fitta rete di vasi di cui le strutture ossee sono dotate.
*Sembra comunque sperimentalmente accertato che l'aumento di temperatura è in grado di favorire i **processi** di **nutrizione** dell'osso e di conseguenza la **riparazione** delle **fratture.***



Guarigione

*L'aumento della temperatura si accompagna ad un **incremento** di **ossigeno** nel sangue, che si rende disponibile per la **riparazione** dei tessuti lesi. Basti pensare che a **41°C** l'**emoglobina** rilascia il **doppio** dell'ossigeno che viene normalmente rilasciato a **36°C.***
*La vasodilatazione prodotta dal calore ha come effetto la **rimozione** dei **metaboliti** e dei prodotti dell'infiammazione, riducendo la **tensione tissutale** e la **congestione.** L'aumento del flusso sanguigno, inoltre, convoglia verso i distretti sede dei fenomeni flogistici una maggior quantità di **globuli bianchi** e di **sostanze nutritive,** indispensabili per attivare i processi di guarigione.*

MODO CAPACITIVO E MODO RESISTIVO

La definizione **diatermia capacitiva-resistiva** deriva dal fatto che questa terapia può essere eseguita in due modi ben distinti, e precisamente in modo **capacitivo** oppure in modo **resistivo**.

A seconda che venga selezionato l'uno oppure l'altro di questi modi operativi, il **trasferimento** di **energia** e gli **effetti biologici** che si producono nei tessuti è completamente diverso (vedi figg.12-13).

Nel modo **resistivo** si va a alavorare sulle **ossa** e sui **tessuti** che vi si **inseriscono**.
In quello **capacitivo** si va a lavorare sui **muscoli** e sui **tessuti molli**.

L'originalità di questa metodica consiste nella possibilità di utilizzare **alternativamente** oppure **insieme** queste due diverse modalità di lavoro, per meglio adattare il trattamento alla patologia che si intende curare.

Vediamo di seguito in cosa consistono questi diversi modi di funzionamento.

Funzionamento in modo RESISTIVO

Quando si parla del principio di funzionamento della DCR, molti chiamano in causa le **onde elettromagnetiche.**
In realtà, sarebbe più corretto parlare di **campo elettrico variabile** ad **alta frequenza.**

E' vero che ad un campo elettrico variabile è associato inevitabilmente anche un campo elettromagnetico, ma nel caso della DCR quest'ultimo risulta trascurabile.

Come abbiamo detto in precedenza, una delle principali azioni terapeutiche della **DCR** è dovuta al **calore** prodotto dalla intensa **frizione** esercitata sulle molecole circostanti, dalle cariche elettriche che si **spostano** in un senso e nell'altro, oppure che **ruotano** all'interno dei tessuti biologici, seguendo l'orientamento del campo elettrico variabile.

Abbiamo anche visto che, per ottenere questo effetto, occorre applicare ai tessuti che si desidera trattare una coppia di elettrodi che funzionano come le armature di un condensatore.

Nella pratica i due elettrodi non sono uguali, ma si distinguono in un elettrodo **fisso** ed in un elettrodo **mobile**, con **forma** e **funzioni** diverse.

L'elettrodo **fisso**, o di **ritorno**, è costituito da una **piastra metallica** di **cm 19x21** che viene posizionata su un lato del tessuto.

Se, per esempio, si vuole trattare il quadricipite della coscia, l'elettrodo fisso viene posizionato al di sotto della coscia, a contatto della pelle.

Tra la superficie dell'elettrodo e quella della cute viene interposto uno strato di **crema conduttrice**, che ha il compito di rendere **uniforme** la conduzione elettrica, evitando che le cariche si concentrino prevalentemente in una zona dell'elettrodo anziché distribuirsi sulla intera superficie.

L'elettrodo **mobile** consiste in un **disco** in acciaio inox del diametro di **60 mm**, dotato di un manipolo che consente di fare scorrere agevolmente l'elettrodo sulla superficie della pelle.
Anche in questo caso tra l'elettrodo e la cute viene interposto uno strato di **crema conduttrice.**
Entrambi gli elettrodi sono collegati al **generatore** del campo elettrico.

Applicando una tensione alternata di forma **sinusoidale** ad una **frequenza** fissa di **470 kHz**, ai capi dei due elettrodi si genera nel tessuto sottostante un campo elettrico variabile con la stessa frequenza.

Il valore della tensione applicata agli elettrodi in modo **resistivo** è regolabile da **0** fino ad un massimo di **300 Volt picco/picco** e viene stabilito in funzione della risposta del paziente.

Il campo elettrico genera all'interno dei tessuti una serie di microcorrenti alternate, le quali provocano localmente un aumento della temperatura che si manifesta nei tessuti a più alta impedenza, rappresentati dall'**osso**, dai **tendini**, dalle **aponevrosi** e dai **legamenti**, come visibile in fig.12.

A questo proposito è importante sottolineare che l'**aumento** della **temperatura** deve essere **molto contenuto**, per evitare di **danneggiare le cellule che compongono i tessuti**.

Un ottimo effetto terapeutico si ottiene già con un aumento di temperatura di soli **2° Centigradi**, portando cioè la temperatura interna dai **37°C** iniziali a **39°C.**

Occorre tenere presente che una temperatura di **41°C**, qualora sia protratta per un tempo superiore a **30 minuti**, può portare ad un blocco

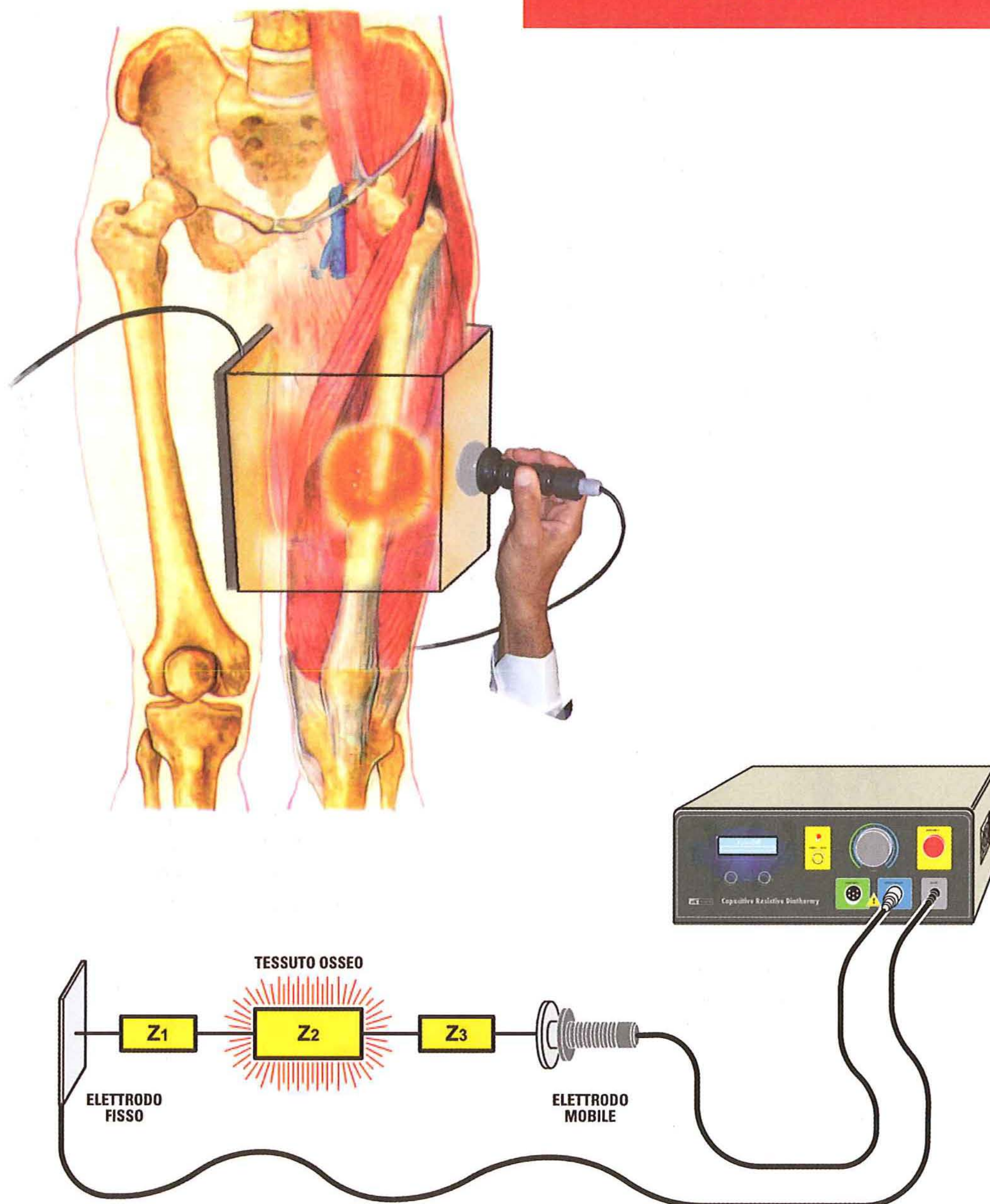


Fig.12 Con l'elettrodo di tipo resistivo, è possibile generare calore anche molto in profondità all'interno del corpo, cosa che non è possibile ottenere con le altre termoterapie, che agiscono a livello più superficiale.
L'utilizzo del modo resistivo risulta perciò molto utile per curare le patologie più profonde, come ad esempio quelle che coinvolgono l'apparato muscolo-scheletrico.

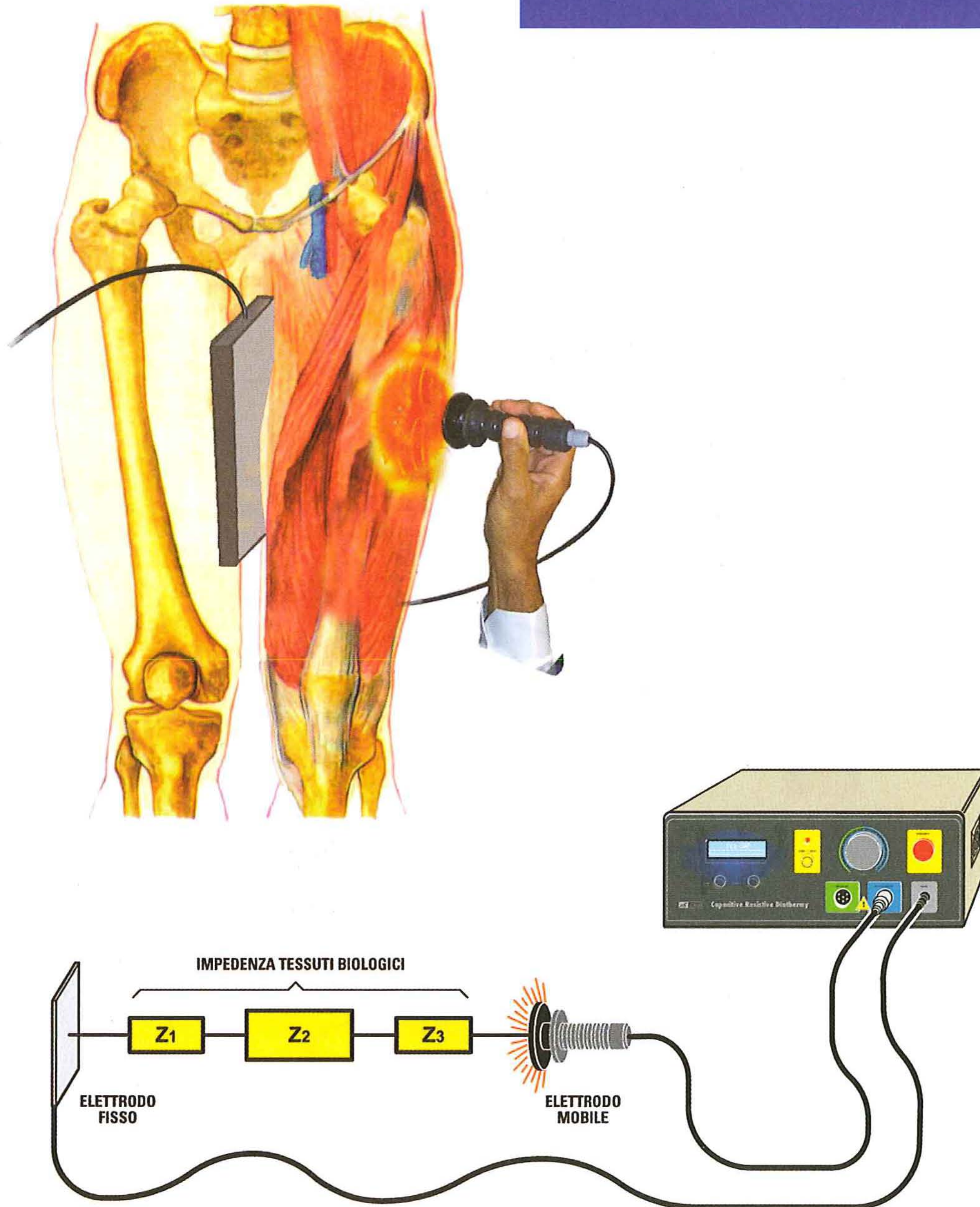


Fig.13 Con l'elettrodo capacitivo, invece, lo sviluppo di calore avviene sullo strato isolante posto sulla sua superficie e da questa viene poi irradiato verso l'interno. Questo tipo di trattamento viene eseguito quando si desidera produrre un effetto termico più superficiale, utile ad esempio nella cura delle patologie cutanee e muscolari.

irreversibile della circolazione con fenomeni catabolici via via crescenti.

L'**aumento di temperatura** prodotto con la **DCR** deve essere **graduale** e attentamente controllato dall'operatore **insieme** al **paziente**, e la potenza utilizzata deve essere regolata in modo che quest'ultimo percepisca una **sensazione** di **piacevole tepore**.

E poiché la percezione del calore varia da individuo ad individuo è fondamentale la **collaborazione** del **paziente** per capire qual è il livello di calore raggiunto, che **in nessun caso** deve risultare **fastidioso**.

Caratteristica del modo resistivo è quella di sviluppare un **calore profondo**.

Per questo motivo è praticamente **impossibile** misurare l'aumento della temperatura e l'unico sistema per mantenerla sotto controllo consiste nella sensazione provata dal paziente.

In modo resistivo l'elettrodo mobile viene generalmente mantenuto fermo sulla cute oppure mobilizzato con un **lento massaggio circolare**, e durante il trattamento occorre interpellare il paziente, per verificare che la temperatura percepita non raggiunga un livello eccessivo.

Attenzione: ***non appena il paziente segnala un aumento della temperatura occorre ridurre la potenza applicata.***

E' bene tenere presente che l'**efficacia** del trattamento **non è proporzionale** all'aumento di **temperatura**.
Effetti curativi duraturi si ottengono già con un riscaldamento **molto modesto**.

Funzionamento in modo CAPACITIVO

Anche in questo caso la coppia di elettrodi è composta da un **elettrodo** di **ritorno** e da un **elettrodo mobile**.
Ma, mentre l'elettrodo di ritorno rimane il medesimo, l'elettrodo **mobile** risulta **rivestito** di un sottilissimo strato di **Rilsan®**, un materiale plastico **altamente isolante**.

In questo modo l'**effetto termico**, che nel modo **resistivo** veniva a manifestarsi all'incirca **a metà** tra i due elettrodi, cioè nel **tessuto osseo**, viene ora ad essere spostato sulla **superficie** dell'**elettrodo mobile**, rivestito di materiale **isolante**, e cioè a diretto **contatto** con la **cute**.

L'effetto che si produce così è completamente diverso, perché ora il calore non viene più generato nel profondo dei tessuti, ma direttamente sugli strati **superficiali** della pelle, dai quali viene poi **irradiato** sui tessuti immediatamente sottostanti, come evidenziato in fig.13.

In questo modo si ottiene un riscaldamento delle **fasce muscolari** e dei **vasi superficiali**, riscaldamento che viene moderato **spostando** continuamente l'elettrodo mobile con un **movimento circolare**, in modo da distribuire il calore generato dalle cariche elettriche su una superficie più ampia.

Essenziale a questo proposito è l'applicazione tra l'elettrodo mobile e la pelle della **crema conduttrice**, che oltre a distribuire in modo più uniforme la carica elettrica contribuisce ad esercitare sulla pelle un **effetto lenitivo**.

E' molto importante verificare istante per istante con il paziente la tollerabilità del trattamento, per evitare di produrre **ustioni superficiali**.
Anche in questo caso, non appena il paziente lamenta un **eccesso** di **temperatura**, occorre **ridurre** la **potenza** erogata.

Come nel modo resistivo, l'elettrodo di ritorno viene mantenuto fisso sulla superficie sottostante, avendo interposto un adeguato strato di **crema conduttrice**.

Dovendo vincere la maggiore **impedenza** offerta dal materiale **isolante** di cui è rivestito l'elettrodo mobile, la tensione alternata prodotta dal generatore può raggiungere in questo caso un valore massimo di circa **900 Volt picco/picco**.

Nota: *i valori di tensione massimi di* ***300 Volt p/p*** *in modo* ***resistivo*** *e di* ***900 Volt p/p*** *in modo* ***capacitivo*** *sono indicativi e vengono misurati* ***a vuoto.***
Applicando gli elettrodi ai tessuti, questi valori possono risultare ***più alti*** *per un effetto di* ***risonanza*** *che viene a crearsi tra la capacità del corpo umano e il circuito generatore di alta frequenza.*

COSA ne pensano gli SPECIALISTI

Per meglio comprendere le potenzialità offerte da questa terapia, abbiamo posto diverse domande ad alcuni medici di comprovata esperienza.



INTERVISTA con il Dr. Eugenio Pecchioli

Il Dr. Eugenio Pecchioli vive e opera a Casciano Val di Pesa (FI).
Oltre ad occuparsi da molti anni dei trattamenti terapeutici con la Diatermia, tiene corsi di formazione in Diatermia su tutto il territorio nazionale ed è autore di numerose opere sull'argomento.
E' membro del Comitato Scientifico Nazionale per lo studio, la ricerca e l'applicazione clinica delle terapie fisiche Innovative.

Solitamente la DCR viene indicata per il trattamento di patologie muscolo-scheletriche e più in generale per cure in campo fisiatrico. Ci sono altre applicazioni ove questa terapia può garantire buoni risultati ?

E' vero che la diatermia ha trovato il suo impiego maggiore nel campo della fisiatria e della fisioterapia ma, se si guarda alla sua storia, si scopre che essa, nel 1920, era nata per la terapia dei ***tumori maligni*** *dell'****occhio****.*
Se si ricercano le prime pubblicazioni, che risalgono agli anni '20 e '30, si scopre che la diatermia veniva usata praticamente su ***tutti*** *gli* ***organi*** *ed* ***apparati****.*
E la cosa ha una sua logica: se è vero che la diatermia lavora primariamente sulla matrice extracellulare, dal momento che essa è ubiquitaria, ne deriva che il suo effetto si farà sentire ovunque.
E' su questa base, approfittando anche della mia formazione chirurgica, che ho esteso l'impiego della diatermia a molte altre forme morbose con notevole successo.

*Nel testo sulla diatermia che sto scrivendo e che spero vedrà la luce l'anno prossimo presso le edizioni Martina di Bologna esporrò il modo di usare la metodica a livello dell'****apparato digerente****,* ***respiratorio, uro ginecologico****, del sistema* ***circolatorio, nervoso****, nella* ***terapia*** *del* ***dolore*** *cronico benigno, in* ***medicina veterinaria****, ecc.*
Esiste un impiego anche in ***oncologia*** *(metastasi epatiche) che, tuttavia, per motivi burocratici e per i numeri troppo piccoli, non può essere pubblicato.*
Esiste inoltre un uso in ***medicina estetica*** *di estrema importanza.*

A proposito di medicina estetica, è vero che in questo campo la diatermia sta producendo risultati molto interessanti? E in caso affermativo, quali sono gli inestetismi nei quali dà maggiori garanzie di successo?

La diatermia in ***medicina estetica*** *ha molteplici indicazioni, sia da sola che come* ***veicolante*** *di* ***farmaci*** *utili a migliorare l'aspetto delle pazienti.*

Fondamentalmente il suo impiego trova indicazione in tutti quei casi in cui necessita la mobilitazione di liquidi, quindi negli ***edemi*** *di qualsiasi natura (sia* ***linfedemi*** *che* ***flebedemi****), nei casi in cui sia necessario ritrovare una* ***tonicità muscolare*** *(quindi nelle patologie del volto e del collo quali le* ***rughe superficiali****).*
In questi casi è necessario usare l'elettrodo capacitivo con potenza piuttosto elevata dal momento che è



necessario produrre calore al fine di provocare il ***raggrinzamento*** *delle* ***fibre collagene*** *che, tendendo all'atteggiamento sferico, occupano maggiore spazio e fanno rialzare la cute della ruga.*

E' inutile cercare un effetto nelle rughe profonde dove altri trattamenti sono più efficaci.
Nella ***cellulite*** *la diatermia può essere veramente utile in quella* ***edematosa*** *(1 e 2 grado) in cui l'elettrodo capacitivo può mobilizzare i liquidi.*
Nel 3 e 4 stadio, dopo l'elettrodo capacitivo, usato in senso drenante, è necessario quello resistivo che lavora più in profondità e su tessuti maggiormente resistenti come i micro e macronoduli.
D'altra parte, la terapia della cellulite è senza dubbio multifattoriale per cui la diatermia da sola non è certamente risolutiva.

E' necessario prendere in esame il tipo di vita della paziente (fumo, pillola anticoncezionale, pasti irregolari, vita notturna, tacchi alti, abiti molto stretti, ecc.), il suo assetto ormonale, la eubiosi intestinale, il suo assetto immunitario, l'habitus mentale, ecc.

E' importante associare alla diatermia il trattamento farmacologico (io uso farmaci omotossicologici) sia in via mesoterapica che su punti di agopuntura che per veicolazione transcutanea tramite l'elettrodo capacitivo.
*Altro uso importante della diatermia, sia da sola che con farmaci associati, è nell'****acne*** *(ma non nelle cicatrici da acne).*

Su questo argomento (la medicina estetica) vedrà la luce un quaderno apposito all'interno della collana che stiamo curando per l'Editore Martina di Bologna, di cui è già uscito il numero sulle patologie della spalla e quello sulle patologie del ginocchio.

E' possibile e raccomandabile abbinare la DCR ad altre terapie? E in caso affermativo, a quali di esse in particolare ?

La diatermia può essere abbinata a molte altre terapie. L'unica controindicazione reale è la presenza di un pace maker, più per motivi legali che clinici.
Si tratta di una metodica che può dare una freccia in più all'arco del terapeuta.
A vantaggio del fisioterapista, che non può praticare terapie invasive, va la possibilità di ***veicolare farmaci*** *attraverso la cute tramite l'****elettrodo capacitivo.***
Questo comporta diversi vantaggi:

a) la possibilità di trasmettere ***farmaci*** *puri* ***senza eccipienti*** *che, spesso, sono alla base di effetti collaterali;*

b) la possibilità di ottenere un effetto di ***sommatoria terapeutica*** *rispetto alla sola diatermia e, quindi, di* ***abbreviare i termini*** *di* ***guarigione;***

*c) la possibilità di superare l'****agofobia*** *che affligge molte persone, particolarmente le donne;*

d) in particolare, da parte mia, c'è la possibilità di usare prodotti ***omotossicologici*** *che non hanno effetti collaterali e che, specialmente nelle* ***patologie croniche,*** *sono molto più efficaci dei farmaci allopatici;*

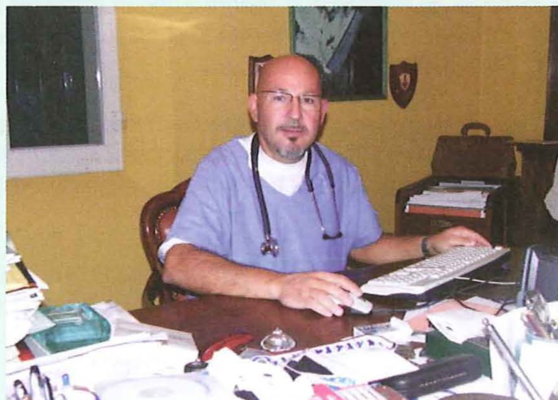
e) esiste la possibilità di veicolare ***fiori*** *di* ***Bach*** *ed* ***oli essenziali*** *che, oltre ad agire sullo squilibrio psico emozionale, hanno grossi effetti anche a livello* ***somatico.***

La DCR può essere utilizzata in due diversi modi e cioè in modo resistivo oppure capacitivo. Quando si rende necessario impiegarla in queste modalità?

L'elettrodo ***capacitivo*** *lavora tramite un effetto* ***condensatore*** *con il quale le cariche si raccolgono prevalentemente attorno all'elettrodo "attivo" e, quindi,* ***più superficialmente.***
Se, poi, si usano frequenze più elevate, si ha una superficializzazione della terapia ancora maggiore. Ne deriva che l'indicazione dell'elettrodo capacitivo vale soprattutto per lesioni ***cutanee, muscolari*** *e, comunque, fino a livello della* ***fascia.***

Il suo impiego è indicato, maggiormente, in ***medicina estetica****, nelle soluzioni di* ***continuo cutanee****, negli* ***edemi*** *(capacità di muovere liquidi) siano essi* ***flebedemi*** *o* ***linfedemi****, in tutte le* ***contratture muscolari.***
L'elettrodo ***resistivo****, al contrario, lavora con due elettrodi metallici fra i quali vi è passaggio subliminale di corrente.*
Ciò comporta che il suo maggiore effetto avviene a livello delle strutture che contengono ***meno acqua*** *e, quindi, a livello delle strutture* ***ossee, tendinee, capsulari****, ecc.*
Ciò avviene anche tramite l'uso di una frequenza più bassa, e, quindi, con un lavoro più profondo.
Da ciò deriva che l'elettrodo resistivo è maggiormente indicato per le lesioni di tipo ***reumatico ortopedico*** *e per quelle di* ***organi*** *interni* ***più lontani*** *dalla superficie.*

INTERVISTA con il Dr. Marco Valentini



Il Dr. Marco Valentini è autore di numerosi lavori scientifici in campo Reumatologico.

Attualmente è Responsabile del Servizio di Reumatologia dell'Ospedale Privato S. Pier Damiano in Faenza.

Dirige il Servizio di Reumatologia e Diagnosi e Cura dell'Osteoporosi e Malattie metaboliche dell'osso presso Il Primus Forlì Medical Center.

Cell +39 330 201107

Quali sono le patologie che è possibile curare con successo in campo fisiatrico con la DCR?

La caratteristica principale della DCR è l'incredibile capacità di ***drenare*** *e far* ***riassorbire i versamenti****, sia di tipo* ***traumatico*** *che* ***infiammatorio.***

In tal senso, una delle sue principali applicazioni è nella cura dei ***traumi articolari*** *e* ***scheletrici****, in particolare nella cura degli* ***ematomi****. Non solo.*
Molte tendiniti sono in realtà ***tenosinoviti*** *e cioè vi è un versamento nella guaina esterna al tendine. Anche in questo caso risulta molto efficace la DCR.*
Ancora, le ***borsiti,*** *sempre con il medesimo meccanismo.*

Infine, nella ***patologia artrosica****, favorisce la riattivazione del* ***microcircolo****, stimolando le* ***capacità rigenerative*** *dell'****osso subcondrale****, favorendo il riassorbimento dell'edema osseo.*

Sappiamo che uno dei "principi attivi" della Diatermia è il calore. Cosa distingue questa dalle altre metodiche , come gli ultrasuoni oppure la terapia ad infrarossi, che sfruttano anch'esse l'effetto termico?

Gli ***ultrasuoni*** *sono particolarmente efficaci sulle* ***calcificazioni*** *e* ***microcalcificazioni****, ma non raggiungono profondità superiori a* ***1,5 cm****, max* ***2 cm****.*
Gli ***infrarossi*** *apportano calore dall'esterno ma solo* ***superficialmente.***

La DCR induce calore dal ***profondo*** *dei tessuti, raggiungendo profondità non alla portata delle precedenti terapie.*

Come variano gli effetti terapeutici della Diatermia al variare della potenza applicata, e quali sono i livelli di potenza raccomandati di volta in volta ?

Bisogna innanzitutto essere molto ***prudenti*** *nell'uso della diatermia, in quanto tale metodica è* ***estremamente potente.***



Maggiore è la potenza, maggiore sarà la capacità di raggiungere tessuti profondi e di attivare la microcircolazione.
Tutto ciò, come sempre ha sempre il rovescio della medaglia: una ***eccessiva potenza****, mal utilizzata può determinare* ***infiammazione*** *e pertanto in presenza di* ***flogosi articolare****, come nelle* ***artriti****, la diatermia va utilizzata* ***dopo*** *la* ***fase acuta*** *e a* ***basse potenze****.*

Diverso è il caso del post traumatico dove, nel giovane e in presenza di ematomi, può essere utile nelle sedute successive crescere di potenza per stimolare le capacità riparative.

Sappiamo che Lei si occupa attivamente di sperimentazione clinica. Può darci una anticipazione sulle nuove applicazioni della Diatermia ?

*Nella sperimentazione clinica il prossimo utilizzo potrà riguardare l'****Algodistrofia****.*
Trattasi di una condizione che compare dopo le ***prolungate immobilizzazioni****, specie in apparecchio gessato, in cui si verifica una rapida* ***perdita*** *di* ***massa ossea*** *nell'arto interessato, con dolore subacuto, tumefazione, difficoltà a riprendere il carico.*
Il meccanismo di azione di tale tecnica lascia prevedere un diffuso utilizzo della DCR nell'abbreviare i tempi di risoluzione di tale patologia invalidante.

*Altra applicazione potrà essere quella della terapia dell'****Edema Midollare****.*
Nell'artrosi, ma anche in alcune artriti, l'osso viene invaso da liquido con formazione di ***edema*** *del* ***midollo****.*
La ricerca in Risonanza Magnetica ha ampiamente dimostrato come tale condizione correli strettamente con il ***dolore****, che non si risolve nè con gli* ***analgesici****, nè con gli* ***antiinfiammatori****.*

Quali sono le terapie, attualmente non codificate in ambito reumatologico, che potranno beneficiare del trattamento con la Diatermia?

Una possibile indicazione futura della Diatermia potrà essere la terapia delle ***entesiti****.*
Come forse saprete l'entesi è quell'area di transizione nella quale i ***tendini*** *si inseriscono sull'****osso****. È una zona anatomica critica, in quanto si tratta di un accoppiamento fra un tessuto* ***rigido*** *come l'osso, e uno estremamente* ***elastico*** *come il tendine.*

Esiste un vasto gruppo di ***malattie reumatiche*** *denominate* ***"spondilo-entesoartriti sieronegative"****. La più conosciuta dai non specialisti è l'****artrite psoriasica****.*
Una delle manifestazioni più difficili da curare di tali patologie è appunto l'entesite.
Infatti mentre le artriti rispondono bene alle comuni terapie con i farmaci, l'entesite, coinvolgendo un'area critica, poco vascolarizzata, crea frequentemente non poche difficoltà al medico clinico.
Proprio per le sue peculiarità, la ***diatermia resistiva*** *può rappresentare una vera e propria opportunità terapeutica.*

L'induzione di calore interno al tessuto, aumenta la ***vascolarizzazione*** *ma anche la* ***eliminazione*** *di* ***citokine****, cioè di proteine della infiammazione tipiche delle* ***malattie*** *del* ***sistema immunitario****.*
Ricordo che tale condizione si presenta come una ***fascite plantare*** *che spesso viene erroneamente scambiata per una comune* ***tallonite****, oppure appare sotto forma di una* ***entesite*** *al* ***gomito*** *(bilaterale), confusa sovente con una banale* ***epicondilite****.*
*A differenza di quest'ultima, l'****entesite*** *da* ***artrite sieronegativa*** *spesso non risponde ad alcuna cura, neanche dopo mesi.*
La diatermia resistiva potrebbe rappresentare una concreta speranza per tale affezione.

Infine le ***celluliti*** *e le* ***panniculiti****. Contrariamente al comune sentore, queste talvolta rappresentano la manifestazione clinica di una* ***connettivite****.*
Trattasi di malattie a genesi autoimmune che colpiscono i ***tessuti molli****. Il risultato è una sofferenza delle cellule a livello del* ***pannicolo adiposo*** *e di quello* ***cutaneo****, con* ***accumulo*** *di* ***acqua*** *intracellulare.*
La grande capacità di ***drenare*** *i* ***liquidi****, fa sì che la* ***DCR*** *possa rappresentare una prima indicazione terapeutica per tali condizioni.*



Effetti TERAPEUTICI

Le patologie che possono essere trattate con la **DCR** sono numerosissime, sia in campo fisiatrico che in quello propriamente medico.
Di seguito ne indichiamo alcune tra le più comuni.

PATOLOGIE del SISTEMA MUSCOLARE

Essendo fortemente **irrorato** dal sangue, il tessuto muscolare è uno dei tessuti biologici che meglio reagiscono alla diatermia con un **rapido aumento** di calore.
Al tempo stesso, essendo ricco di vasi, il muscolo è in grado di **dissipare** in modo altrettanto efficace il calore che si produce al suo interno, mediante un incremento del **volume** di sangue e della **circolazione** sanguigna.
In questo modo viene stimolato il **metabolismo cellulare** con conseguente eliminazione dei **cataboliti**, e migliorato l'apporto di **ossigeno**.
E' provato che il calore provoca un **rilassamento** del tessuto muscolare, agendo sia sulla regolazione del **tono** che sul complesso del **Golgi**, che aumenta la propria attività con l'incremento della temperatura.
La potenza da erogare durante il trattamento dipende di volta in volta dalle **dimensioni** del muscolo, dalla sua **profondità** e dalla **patologia**.

Lesioni muscolari

A volte le **lesioni muscolari** derivano da uno **sforzo eccessivo**, oppure da veri e propri **traumi**, ed hanno spesso come conseguenza il **versamento** di **sangue** nei tessuti con la produzione di **ematomi** più o meno estesi.
Naturalmente, maggiore è la dimensione dello stravaso ematico, maggiore è il tempo necessario per riparare il danno e riportare le fibre muscolari alla loro naturale elasticità.
Quando si è in presenza di un **ematoma** occorre tenere presente che la diatermia può essere utilizzata solamente **dopo** la **fase acuta**, e cioè dopo che l'ematoma ha terminato la sua espansione ed è iniziato il processo di riorganizzazione del tessuto.
Di solito questo avviene dopo un tempo minimo di almeno **48 ore**.
Questo intervallo di tempo è assolutamente indicativo, e va eventualmente modificato in relazione ad una attenta **valutazione clinica** e **strumentale** mediante **ecografia**.
Oltre agli ematomi, la diatermia si rivela efficace anche nel trattamento delle **patologie croniche** del tessuto muscolare, come **cicatrici** e **ossificazioni**.

Contratture

Quando il muscolo è sottoposto ad uno sforzo eccessivo, che va al di là della sua capacità di ossigenazione, ecco che può manifestarsi il fenomeno della **contrattura**.
Le contratture possono comparire anche per altre ragioni, ad esempio per una **errata postura** oppure per una reazione eccessiva dell'organismo verso una scorretta **condizione articolare**.
A differenza degli ematomi, le **contratture** possono essere curate con la diatermia già al **primo presentarsi** dei **sintomi**.
Il calore, producendo un aumento della circolazione, ha come effetto una **riduzione** dell'**acidosi** ed un riequilibrio del **metabolismo** cellulare, che si accompagna ad un effetto di **riduzione** del **dolore**, con il risultato di un sollievo a volte immediato.

TENDINITI

E' questo un altro tipo di patologia che dà buoni risultati nel trattamento con la diatermia.
Le **tendiniti** e anche le **capsuliti** sono quasi sempre il risultato di **sforzi protratti** e **ripetuti**.
La conseguenza è il prodursi di un processo flogistico, cioè di una **infiammazione**, che porta progressivamente ad una **degenerazione** dei tessuti. A volte possono comparire **calcificazioni** che rallentano notevolmente il processo di guarigione.
A peggiorare le cose c'è il fatto che il tessuto tendineo è per sua natura **scarsamente irrorato** di sangue.
Inducendo una **vasodilatazione** a livello locale, il calore ha come risultato un incremento della **ossigenazione**, con l'effetto di **rivitalizzare** il tessuto **fibroso**, portando ad una risoluzione del processo flogistico.

BORSITI

Anche nel caso delle **borsiti**, la DCR si rivela un valido strumento terapeutico.
Le borsiti possono manifestarsi sia per **traumi** ripetuti, sia in seguito a **processi flogistici** che coinvolgono le **articolazioni**, come nel caso dell'**artrite reumatoide**.
Danno luogo alla formazione di **cisti** con **accumulo** di **liquido** che, se aspirato, spesso si riforma.
A volte la viscosità del liquido è talmente elevata che non è possibile effettuarne l'aspirazione.

Un trattamento con la diatermia può favorire la **fluidificazione** del **liquido** contenuto nella cisti,

facendolo defluire nel cavo articolare ove viene poi riassorbito dalla membrana sinoviale.

LOMBOSCIATALGIA

La **lombosciatalgia** consiste nella presenza di un dolore localizzato alla regione lombare, cioè alla parte bassa della colonna vertebrale.
Può esistere in forma **acuta**, nella quale il dolore, solitamente molto intenso, compare improvvisamente dopo un movimento brusco ed anomalo della colonna.
La forma **cronica** è caratterizzata da un dolore meno acuto, ma che può protrarsi a lungo nel tempo.
Il trattamento deve essere eseguito **lontano** dalla **fase acuta**, per far sì che l'aumento dell'afflusso di sangue provocato dal calore non aggravi l'**edema** e la **compressione** delle **strutture radicolari**.

DOLORI MESTRUALI - ENDOMETRIOSI

Sono riportati casi di trattamento con la diatermia anche dei **dolori premestruali**, casi che si sono risolti positivamente e hanno consentito alle pazienti di trarre beneficio da questa terapia, riducendo notevolmente gli effetti di questa sindrome dolorosa.
Nella tabella a lato forniamo un elenco di ulteriori patologie per le quali **dovrete preventivamente consultare il vostro medico di fiducia** per sapere se rispondono al trattamento con la Diatermia.

Patologie venose e linfatiche
Traumi delle articolazioni (distorsioni, artrosinoviti)
Adenomi prostatici **Ipertrofia prostatica semplice** **Prostatiti acute e croniche**
Asma **BPCO**
Vescicoliti **Psoriasi** **Acne**
Ulcere varicose **Ulcere arteriose**
Parodontopatie **Perimplantiti** **Traumi del nervo mandibolare e del mentoniero**
Diverse forme di tendinopatie: dell'Achilleo, del rotuleo, della zampa d'oca, della cuffia dei rotatori della spalla, dell'estensore breve, dell'adduttore lungo del pollice (M.di De Quervain)
Patologie inserzionali: epicondiliti ed epitrocleiti del gomito, pubalgie, tallodinie

Dosaggio del LIVELLO ENERGETICO

La prima raccomandazione che deve accompagnare ogni trattamento terapeutico è riassunta nel famoso motto "**primum non nocere**".
Il dosaggio della potenza, perciò deve essere attentamente calibrato, in modo da evitare qualsiasi possibilità di **danneggiamento** della salute del paziente.
Questo rimane tuttavia uno dei problemi più difficili da risolvere, perché manca nella diatermia un sistema di **rilevamento** preciso della **temperatura**.
Per di più la potenza da erogare varia moltissimo a seconda della **zona** da trattare, della **profondità** del trattamento e dalle **caratteristiche** dei tessuti biologici interessati.
Per questo motivo la diatermia deve essere eseguita unicamente da **persone esperte** e sotto lo stretto **controllo** del **medico**.
Generalmente si assume come livello di potenza massima applicabile, da non superare, quello che produce nel paziente una sensazione di **piacevole tepore**. Il calore percepito dal paziente non deve perciò **mai** essere **fastidioso**.
Tuttavia anche questo sistema presenta numerose lacune.
Studi eseguiti sugli animali hanno infatti dimostrato che già ad una temperatura di **42°C** si produce un **danno cellulare irreversibile**, mentre la **soglia** di **sopportazione** del **calore** si attesta su un livello decisamente più alto, e cioè sui **45°C**.

Inoltre la sensazione del calore percepito dal paziente varia da individuo ad individuo, e può esserci una notevole differenza tra la sensazione del calore percepito a livello superficiale, ad esempio nella **pelle**, dove sono presenti numerose **terminazioni nervose**, e quello percepito

Dosaggio del LIVELLO ENERGETICO

Livello	Effetti
Basso livello	Effetto biostimolante con aumento del consumo di **ATP** e di **ossigeno**. Azione **drenante** per attivazione del **microcircolo**. Effetto **antidolorifico**. **Scarso** effetto **termico**.
Medio livello	Modesto effetto termico. Effetto **biostimolante**. Aumento dell'**ossigenazione** e del **metabolismo cellulare**. **Vasodilatazione** e **iperemia** (aumento dell'afflusso di sangue).
Alto livello	Effetto termico predominante. **Scarso** effetto **biostimolante**. Aumento del **drenaggio** linfatico, assorbimento degli edemi. **Rilassamento** di **fasce muscolari** contratte. Aumento della **elasticità** del tessuto **connettivo**.

nei **tessuti profondi**, dove la temperatura può raggiungere livelli **dannosi** per i tessuti, senza che il paziente ne abbia **percezione**.
Per questo una raccomandazione a cui è bene attenersi è quella di eseguire il trattamento alle potenze **più basse possibili**.

E' interessante notare che sono stati riportati numerosi casi in letteratura clinica, nei quali sono stati riscontrati **benefici effetti fisiologici** anche quando il paziente non avvertiva **alcuna sensazione** di calore.
In mancanza di un riscontro obiettivo, non possiamo fare altro perciò che fornire una tabella indicativa degli effetti fisiologici prodotti ai diversi livelli di potenza, **basso**, **medio** e **alto**.

SCHEMA ELETTRICO

Lo schema elettrico della diatermia si compone di **5 blocchi** principali: l'**alimentatore**, l'**oscillatore**, lo **sfasatore**, l'**amplificatore** e il **microcontrollore** (vedi fig.14).

L'**alimentatore** fornisce la tensione di alimentazione di **+5**, **+16,5** e **+33 Volt** ai diversi **componenti** dei circuiti e la tensione di **44 Volt** necessaria all'**amplificatore** a **Mosfet** per produrre la tensione sinusoidale a **470 kHz** applicata agli **elettrodi**, come visibile in fig.15.

Quest'ultima viene generata da un dispositivo di "**soft start**", composto dal **TR2-C9-IC2**, che generano gradualmente la tensione di **16,5 Volt** per lo stadio oscillatore ogni volta che viene premuto il pulsante di **Start**.
Al **gate** di **MTF1** è collegato il transistor **TR1** la cui base è collegata al piedino **12** di **IC3**.
Tramite il segnale **PW/EN**, il **microcontrollore** toglie la tensione in uscita se vengono superati i **valori massimi** di **tensione**, **corrente** e **temperatura**.

L'**oscillatore** genera la tensione **sinusoidale** ad una frequenza di **470 kHz +/-10%** utilizzata durante il trattamento.
La frequenza base viene ricavata a partire dal **risuonatore ceramico FC1**, che è inserito nel circuito oscillatore formato dal **transistor TR1** e dai due **condensatori C2** e **C3**.
L'uscita dell'oscillatore è collegata al **filtro passa basso** formato dalla **induttanza JAF1** e dai due **condensatori C5-C6**, che ha la funzione di eliminare le eventuali **armoniche** ad alta frequenza.
Dall'uscita del filtro si passa all'**amplificatore** a **guadagno unitario** formato dal transistor **TR2** il quale, disponendo di una bassa impedenza di uscita, ha la funzione di **disaccoppiare** l'oscillatore dalla sezione successiva del circuito.

Il segnale prelevato dall'emettitore di **TR2**, viene poi inviato al **potenziometro R7**, che consente di regolare il livello della **tensione** in uscita, se si lavora in modo **capacitivo**, e il valore della **corrente** che attraversa gli elettrodi, se si lavora in modo **resistivo**.
Dal cursore del potenziometro si entra nel gruppo **sfasatore** formato dai due integrati **IC1/A** e **IC1/B**.

Lo **sfasatore** ha la funzione di creare, partendo dall'unico segnale sinusoidale prodotto dall'oscil-

latore, **due** onde **sinusoidali** sfasate di **180°**, cioè in **opposizione** fra loro, aventi ciascuna **identica ampiezza** di **30 Volt picco/picco**.
Le due sinusoidi così ottenute, vengono inviate ai due **gruppi amplificatori** formati rispettivamente dai mosfet **MFT1-MFT2** e dai mosfet **MFT3-MFT4**.

I due **amplificatori** sono progettati in modo da lavorare entrambi in **regime lineare** ed hanno la funzione di amplificare il segnale unicamente in **corrente**.
Poiché i due amplificatori lavorano necessariamente in **opposizione** di **fase**, sull'avvolgimento primario del **trasformatore T1** viene ad essere applicata una tensione di forma sinusoidale avente una ampiezza **doppia** di quella di partenza, pari cioè a **60 Volt picco /picco**.

Questo accorgimento consente di ottenere una tensione consistente in uscita senza dover ricorrere ad un **rapporto spire** troppo elevato sul trasformatore.
Il rapporto spire che abbiamo utilizzato è di:

190 (spire sec.) **: 13** (spire prim.) = **15** circa
per l'uscita dell'elettrodo **capacitivo**

70 (spire sec.) **: 13** (spire prim.) = **5,5** circa
per l'uscita dell'elettrodo **resistivo**

Dall'uscita del **trasformatore T1** è possibile prelevare perciò una tensione sinusoidale regolabile da **0** fino ad un massimo di circa:

15 x 60 = 900 Vpp

sulla uscita dell'elettrodo **capacitivo**, e una tensione regolabile tra **0** e un massimo di circa:

5,5 x 60 = 330 Vpp

sull'uscita dell'elettrodo **resistivo**.

Come vedete, sullo stesso trasformatore **T1** è presente anche un secondo **avvolgimento**, che viene utilizzato per misurare il valore della tensione di uscita erogata sull'elettrodo **capacitivo**.
La tensione prelevata sull'avvolgimento viene prima raddrizzata tramite il **diodo DS4** e poi trasformata tramite il **condensatore C22** in una tensione **continua**, che viene inviata all'ingresso corrispondente al **piedino 2** del **microcontrollore IC3**.

La misura del valore della **corrente** erogata sull'elettrodo **resistivo**, viene invece realizzata in questo modo.
Come potete osservare dallo schema di fig.14, i due **Drain** dei **Mosfet MFT2** e **MFT4** sono collegati a massa tramite la resistenza **R34** da **0,1 ohm 10 Watt**.
Questa resistenza funziona da "**current sense**" dello strumento.
La caduta di tensione prelevata ai suoi capi è proporzionale infatti alla **corrente** erogata in uscita, e viene inviata all'ingresso **non invertente** dell'operazionale **IC2/B**, che ha un guadagno di circa **10 volte**.
La tensione così amplificata viene poi inviata al **piedino 3** di ingresso del **microcontrollore**.

L'**induttanza L1** posta in serie al terminale di uscita collegato all'**elettrodo resistivo** ha la funzione di **limitare** il valore della **corrente** di uscita ad un massimo di **1,41 Ampère RMS** (**4 Ampère picco picco**).
Questo significa che, anche in caso di **cortocircuito** degli elettrodi, la corrente erogata non potrà mai superare questo valore.

L'apparecchio è in grado di riconoscere quale **tipo** di **elettrodo** è stato collegato, per mezzo di una serie di **ponticelli** che vengono predisposti all'interno del connettore dell'elettrodo medesimo.

Perciò lo strumento è in grado di sapere se sull'ingresso **Physiotherapy** è stato collegato un elettrodo **capacitivo** oppure **resistivo**.
Lo stesso discorso vale per i due elettrodi **resistivo**, oppure **capacitivo**, che vanno collegati sull'ingresso **Aesthetic**.

Il microcontrollore **ST72C334J4IC3**, siglato **IC1**, pilotato dal quarzo **XTAL**, provvede ad eseguire tutte le funzioni richieste durante il funzionamento dell'apprecchio e cioè:

- azionamento della **potenza** una volta premuto lo **Start**;
- eventuale **interruzione** della **potenza** in caso di **surriscaldamento** della aletta di raffreddamento dei **Mosfet** e in caso di superamento del **30 %** della **corrente massima di lavoro** (in modo **resistivo**) e della **tensione massima di lavoro** (in modo **capacitivo**);
- gestione del **timer**;
- presentazione sul **display** dei livelli di **tensione/corrente** e visualizzazione della barra indicatrice;
- attivazione del **buzzer** a inizio e fine seduta e unitamente ai messaggi di allarme;
- gestione della **messaggistica** di **errore**;
- **riconoscimento** automatico **elettrodi**.

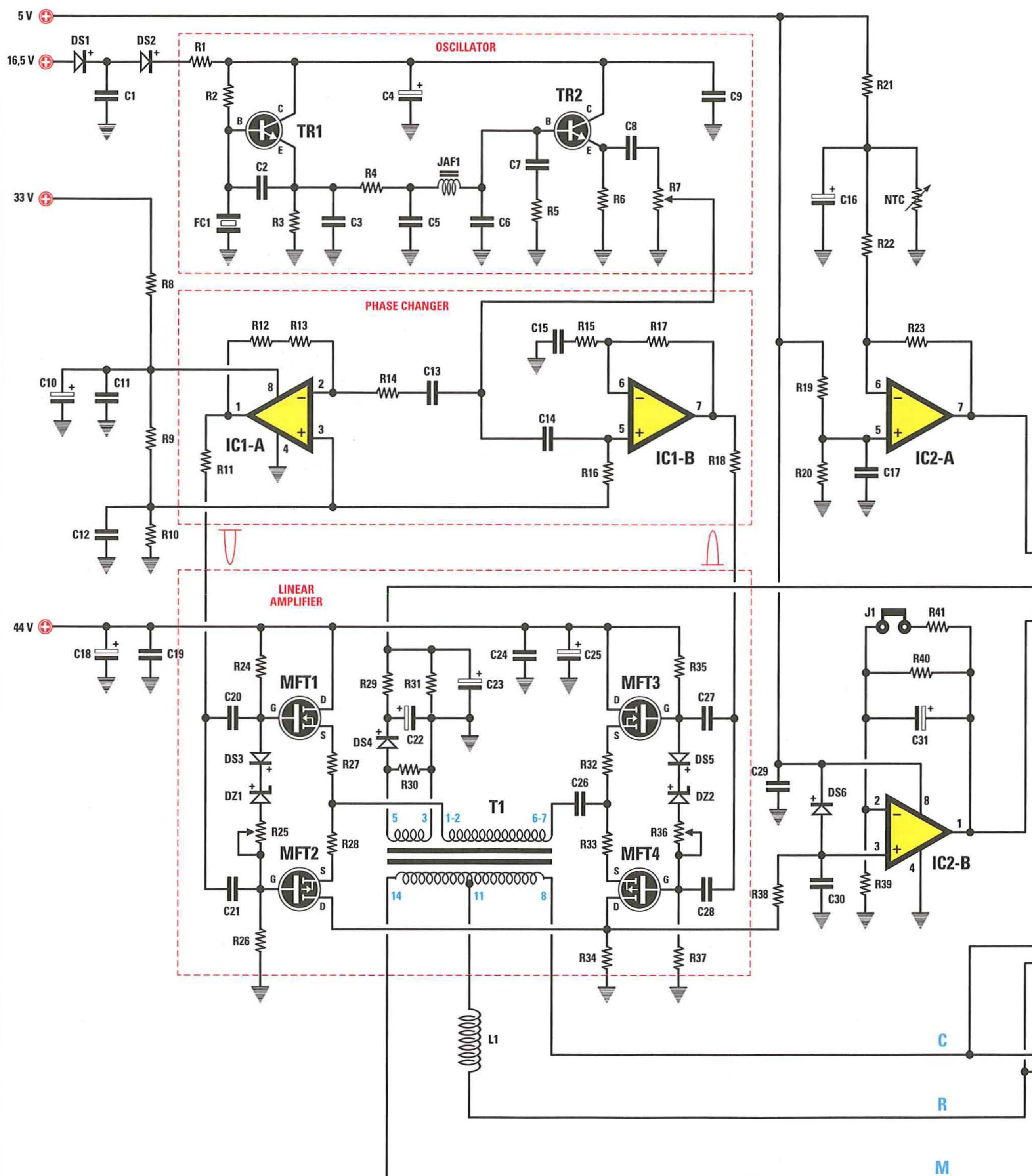


Fig.14 Schema elettrico dell'apparecchio per DCR. Sono visibili, partendo dall'alto il circuito oscillatore, il circuito sfasatore, e l'amplificatore lineare a Mosfet. A destra, il microcontrollore che presiede al funzionamento dello strumento.

DISPLAY

-CRD- C.R.E.
DIATHERMY

5 V
GND
PW/EN

C32 C33 C34 R42 R43
15 2 3 16 1 5
6 4 11 12 13 14

DS7 R44 R45 C35 C36 C37 R57 R58 DL1
12 37 38 39 40 41 42
36 25 8 32 33 26 9 29 27 11
R59 TR3 B C E DS15 CP1
R60
1 6 10 19 20 21 22 23 24 31

IC3

R46 R47 R48 R49 DS8 DS9 DS10 DS11 DS12 DS13 DS14
R50 R51 R52 R53 R54 R55 R56
14 13 4 2 3 7 5
T V C
18 17 16 15 34 35 28
R65 R66 R67 R68 R69 R70
C38 C39 C40 C41 C42 C43 C44 C45 C46 C47 C48
XTAL C49 C50 R61 R62 R63 R64
CONN. 1 B A M
P1 P2 P3
DOWN UP START/STOP

PHYSIOTHERAPY OUTPUT
r c C R m

AESTHETIC OUTPUT
r c C R M m

PLATE OUTPUT



ELENCO COMPONENTI relativo allo schema di fig.14

R1 = 220 ohm
R2 = 33.000 ohm
R3 = 1.000 ohm
R4 = 1.000 ohm
R5 = 1.000 ohm
R6 = 270 ohm
R7 = 1.000 ohm pot. lin.
R8 = 10 ohm
R9 = 10.000 ohm
R10 = 10.000 ohm
R11 = 100 ohm 1%
R12 = 10.000 ohm
R13 = 2.200 ohm
R14 = 2.200 ohm
R15 = 2.200 ohm
R16 = 10.000 ohm
R17 = 10.000 ohm
R18 = 100 ohm 1 %
R19 = 3.900 ohm
R20 = 680 ohm
R21 = 10.000 ohm
R22 = 10.000 ohm
R23 = 47.000 ohm
R24 = 10.000 ohm
R25 = 10.000 ohm trimmer
R26 = 10.000 ohm
R27 = 0,1 ohm ½ Watt
R28 = 0,1 ohm ½ Watt
R29 = 3.300 ohm
R30 = 1.000 ohm
R31 = 33.000 ohm
R32 = 0,1 ohm ½ Watt
R33 = 0,1 ohm ½ Watt
R34 = 0,1 ohm 10 Watt
R35 = 10.000 ohm
R36 = 10.000 ohm trimmer
R37 = 10.000 ohm
R38 = 3.300 ohm
R39 = 1.000 ohm 1%
R40 = 100 Kohm 1%
R41 = 10.000 ohm 1%
R42 = 15.000 ohm
R43 = 10.000 ohm trimmer
R44 = 100.000 ohm
R45 = 1.000 ohm
R46 = 1.000 ohm
R47 = 1.000 ohm
R48 = 1.000 ohm
R49 = 1.000 ohm
R50 = 3.300 ohm
R51 = 3.300 ohm
R52 = 1.000 ohm
R53 = 1.000 ohm
R54 = 1.000 ohm
R55 = 3.300 ohm
R56 = 3.300 ohm
R57 = 4.700 ohm
R58 = 330 ohm
R59 = 1.000 ohm
R60 = 4.700 ohm rete res.
R61 = 1.000 ohm
R62 = 47.000 ohm
R63 = 1.000 ohm
R64 = 47.000 ohm
R65 = 1.000 ohm
R66 = 1.000 ohm
R67 = 1.000 ohm
R68 = 10.000 ohm
R69 = 10.000 ohm
R70 = 10.000 ohm
NTC = NTC 2.200 ohm
C1 = 100.000 pF poliestere
C2 = 4.700 pF ceramico
C3 = 1.000 pF ceramico
C4 = 10 microF. elettrolitico
C5 = 270 pF ceramico
C6 = 270 pF ceramico
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 100.000 pF poliestere
C9 = 100.000 pF poliestere
C10 = 10 microF. elettrolitico
C11 = 100.000 pF poliestere
C12 = 100.000 pF poliestere
C13 = 100.000 pF poliestere
C14 = 100.000 pF poliestere
C15 = 100.000 pF poliestere
C16 = 10 microF. elettrolitico
C17 = 100.000 pF poliestere
C18 = 1.000 microF. elettrolitico
C19 = 1 microF. pol. 100 V
C20 = 1 microF. multistrato
C21 = 1 microF. multistrato
C22 = 10 microF. elettrolitico
C23 = 10 microF. elettrolitico
C24 = 1 microF. pol. 100 V
C25 = 1.000 microF. elettrolitico
C26 = 1 microF. pol. 100 V
C27 = 1 microF multistrato
C28 = 1 microF. multistrato
C29 = 100.000 pF poliestere
C30 = 100.000 pF poliestere
C31 = 2,2 microF. elettrolitico
C32 = 100 microF. elettrolitico
C33 = 10 microF. elettrolitico
C34 = 100.000 pF poliestere
C35 = 10 microF. elettrolitico
C36 = 10 microF. elettrolitico
C37 = 100.000 pF poliestere
C38 = 47.000 pF ceramico
C39 = 47.000 pF ceramico
C40 = 47.000 pF ceramico
C41 = 47.000 pF ceramico
C42 = 47.000 pF ceramico
C43 = 47.000 pF ceramico
C44 = 100.000 pF poliestere
C45 = 100.000 pF poliestere
C46 = 100.000 pF poliestere
C47 = 47.000 pF ceramico
C48 = 47.000 pF ceramico
C49 = 22 pF ceramico
C50 = 22 pF ceramico
L1 = vedi articolo
JAF1 = impedenza 330 µH
FC1 = risuon. cer. 500 kHz
XTAL = quarzo 8 MHz
DS1-DS6 = diodi tipo 1N4148
DS7-DS15 = diodi tipo 1N4148
DZ1 = zener 6,2 V ½ W
DZ2 = zener 6,2 V ½ W
DL1 = diodo led
TR1 = NPN tipo BC547
TR2 = NPN tipo BC547
TR3 = NPN tipo BC547
MFT1 = mosfet tipo IRFP140
MFT2 = mosfet tipo IRFP9140
MFT3 = mosfet tipo IRFP140
MFT4 = mosfet tipo IRFP9140
IC1 = integrato tipo LM6218
IC2 = integrato tipo MC27M2CN
IC3 = CPU tipo EP1780
Display = LCD SSC2P16DLNW-E
CP1 = cicalina piezo
T1 = trasform. mod. TM1780
P1-P3 = pulsanti
J1 = ponticello

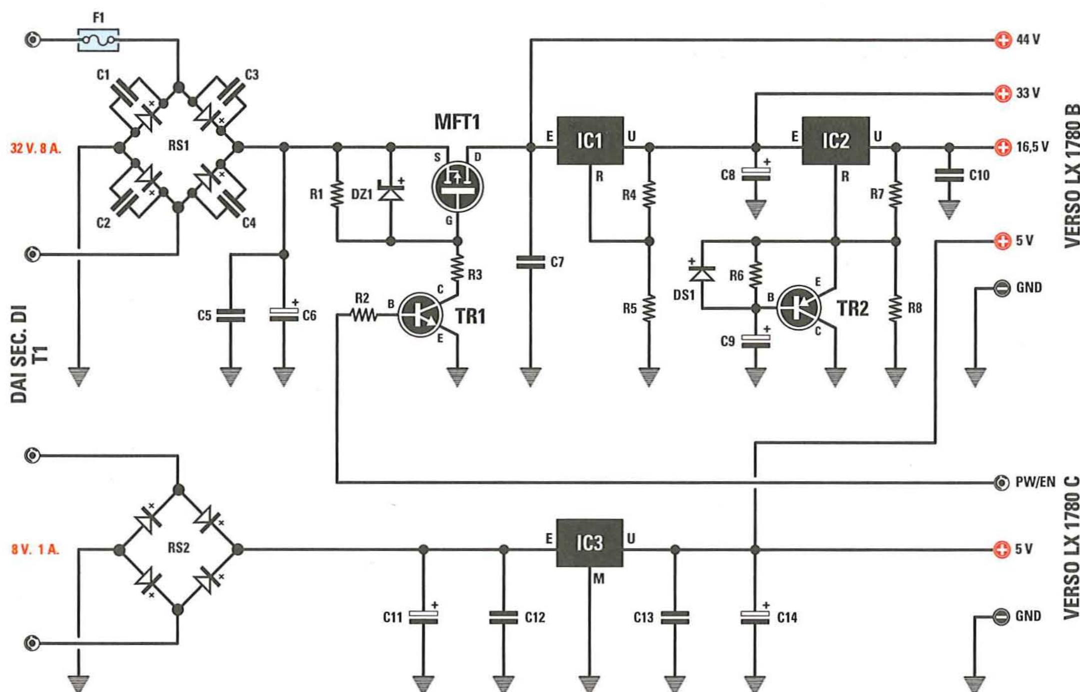


Fig.15 Schema elettrico dell'alimentatore. Il circuito formato dal transistor TR2, dal condensatore C9 e dall'integrato IC2, permette di realizzare l'aumento graduale della potenza (soft start) all'inizio del trattamento.



ELENCO COMPONENTI relativo allo schema di fig.15

R1 = 33.000 ohm
R2 = 3.300 ohm
R3 = 3.300 ohm
R4 = 220 ohm
R5 = 5.600 ohm
R6 = 33.000 ohm
R7 = 220 ohm
R8 = 2.700 ohm
C1 = 47.000 pF pol. 400 V
C2 = 47.000 pF pol. 400 V
C3 = 47.000 pF pol. 400 V
C4 = 47.000 pF pol. 400 V
C5 = 100.000 pF pol. 250 V
C6 = 4.700 microF. elettr. 63 V
C7 = 100.000 pF poliestere
C8 = 10 microF. elettrolitico
C9 = 10 microF. elettrolitico
C10 = 100.000 pF poliestere
C11 = 1.000 microF. elettrolitico
C12 = 100.000 pF poliestere
C13 = 100.000 pF poliestere
C14 = 100 microF. elettrolitico
DS1 = diodo tipo 1N4148
DZ1 = zener 12 V ½ W
RS1 = ponte raddrizz. 800 V 6 A
RS2 = ponte raddrizz. 100 V. 1 A
TR1 = NPN tipo BC547
TR2 = PNP tipo BC557
MFT1 = mosfet tipo IRF9540
IC1 = integrato tipo LM317
IC2 = integrato tipo LM317
IC3 = integrato tipo L7805
F1 = fusibile 10 A
T1 = trasform. 260 W (TT26.01)
sec.32 V 8 A + 8 V 1 A

USO dell'APPARECCHIO

La diatermia può essere utilizzata sia in campo **medico**, che in campo **estetico**.
Per questi due usi occorre prevedere due strumenti **diversi**, perché mentre il **medico** può eseguire **entrambi** i trattamenti (**medico + estetico**), il personale **non medico** può eseguire unicamente il trattamento **estetico**, che comporta l'erogazione di **potenze inferiori**.
Abbiamo perciò previsto di realizzare la diatermia in due versioni:

Diatermia per uso fisiatrico	**KM1780F**
Diatermia per uso estetico	**KM1780E**

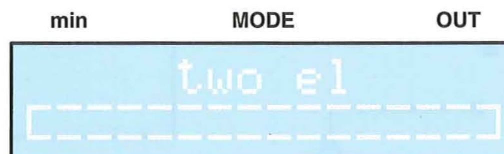
L'apparecchio **medicale** presenta **entrambi** i **connettori** ai quali possono essere collegati gli elettrodi sia per uso medico che per uso estetico.
L'apparecchio **estetico** presenta **un solo connettore**, al quale possono essere connessi unicamente gli elettrodi per uso **estetico**.

Posizionamento

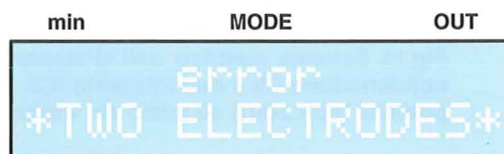
L'apparecchio ha la necessità di **smaltire** il **calore** prodotto dal riscaldamento della aletta di raffreddamento sulla quale sono montati i **Mosfet** di **potenza**.
Pertanto deve essere installato in modo da garantire una **perfetta aerazione** ad entrambe le bocchette laterali, avendo cura di non collocarlo nelle immediate adiacenze di altre apparecchiature, ma conservando una **distanza minima** da **entrambi i lati** di **almeno 30 cm**.

Collegamenti

Dopo avere collegato il **cavo** di **alimentazione** ai **230 V** della rete, dovrete provvedere a collegare all'apparecchio i **due elettrodi** che avrete scelto di utilizzare per il trattamento, e cioè l'elettrodo **fisso** e l'elettrodo **mobile**.
L'elettrodo **fisso** è comune a tutte le applicazioni e va collegato alla apposita presa a banana contraddistinta dalla sigla **Plate**, presente sulla mascherina frontale, come indicato in fig.16.
L'elettrodo **mobile** deve essere scelto a seconda della applicazione, tra l'elettrodo **capacitivo**, e l'elettrodo **resistivo**, che si dividono a loro volta in due tipi e cioè per applicazioni **profonde**, utilizzate per uso **medico** e per applicazioni **superficiali**, utilizzate nell'uso **estetico**.
Gli elettrodi **mobili** per uso **medico** andranno inseriti nel connettore siglato **Physiotherapy**, mentre gli elettrodi **mobili** per uso **estetico** andranno inseriti nel connettore siglato **Aesthetic**, vedi fig.16.
Gli elettrodi mobili **non** possono essere mai collegati **contemporaneamente**, ma vanno collegati **separatamente** nel momento in cui vengono utilizzati.
Se i due elettrodi vengono collegati per errore **contemporaneamente** nel momento in cui lo strumento è in **Pause**, sul display compare la dicitura:



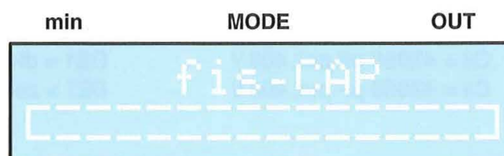
Se i due elettrodi vengono collegati contemporaneamente **dopo** che invece è stato premuto il tasto **Start**, cioè **durante** il **trattamento**, sul display compare la dicitura

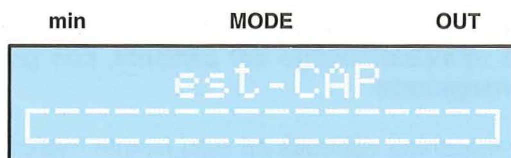


In entrambi i casi lo strumento si **arresta** e si pone in **Pause**. Occorre quindi **rimuovere** l'elettrodo inserito erroneamente e premere **Start** per riprendere la sessione.

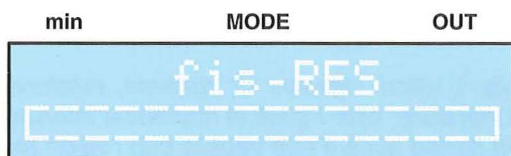
Il software dell'apparecchio è predisposto per **riconoscere** l'elettrodo mobile utilizzato e visualizza sul display il **tipo** di elettrodo con la scritta **CAP** se l'elettrodo è di tipo **capacitivo** e con la scritta **RES** se l'elettrodo è di tipo **resistivo**.
Inoltre l'apparecchio distingue tra elettrodo per uso **fisiatrico** e uso **estetico**, visualizzando nell'uno e nell'altro caso la scritta corrispondente, e cioè **fis** (fisiatrico) oppure **est** (estetico).

Con l'elettrodo **capacitivo** potremo avere perciò le indicazioni:



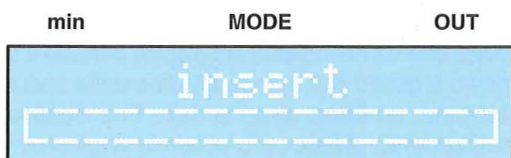


mentre con l'elettrodo di tipo **resistivo**, avremo le diciture:



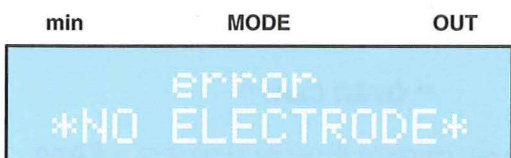


Lo strumento controlla anche che l'elettrodo sia **presente** e **correttamente inserito**.
Nel caso in cui non sia stato inserito **alcun elettrodo** oppure il connettore non sia stato inserito **a fondo**, compare il messaggio



Se non viene inserito alcun elettrodo mobile, lo strumento **non parte.**

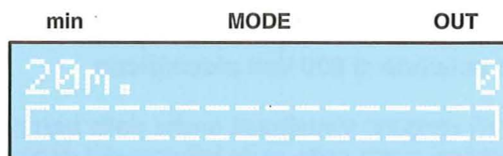
Se durante il funzionamento il connettore di un elettrodo non inserito correttamente dovesse **staccarsi**, compare la scritta:



Inoltre, i connettori di collegamento degli elettrodi mobili sono **fisicamente diversi** tra loro, in modo da essere riconosciuti dallo strumento.

Accensione della DCR

All'accensione della **DCR**, dopo un breve alternarsi di scritte durante il caricamento del software, compare sul display il valore del **tempo** di esecuzione del **trattamento in minuti**, che viene settato automaticamente a **20 minuti**, e una indicazione dei **livelli** di **uscita**, che sono **arbitrariamente** indicati con valori compresi tra **0** e **100**.
Alla accensione dello strumento, il livello di uscita viene settato automaticamente a **0** e il display si presenta come segue:



E' importante precisare che fin quando non si dà inizio al trattamento, inserendo l'elettrodo **mobile** e premendo successivamente il tasto **Start**, agli elettrodi **non** viene applicata **alcuna potenza**.
Pertanto, qualunque sia la posizione della manopola di regolazione della potenza, all'accensione dello strumento, in uscita è presente una potenza **nulla**.

Attenzione: ***si raccomanda comunque di porre sempre a 0 la manopola che regola la potenza prima di dare inizio al trattamento.***

Comandi

I tasti utilizzati per la programmazione sono **3** e cioè **Start**, **Stop**, **UP/DOWN**.
Esiste inoltre un terzo **Pulsante** di **emergenza**, che consente di staccare immediatamente l'**alimentazione elettrica** dello strumento in caso di emergenza.

Impostazione del Tempo

Il valore del **tempo** di **trattamento** viene impostato agendo sui due pulsanti **UP** e **DOWN**.
Premendo ripetutamente sul pulsante **UP** si incrementa di **minuto** in **minuto** il valore del tempo, che può essere programmato da un minimo di **1 minuto** fino ad un massimo di **30 minuti**.
Per aumentare rapidamente il valore, potete

mantenere premuto il tasto.
Per ridurre il valore del tempo è sufficiente premere ripetutamente il pulsante **DOWN**, oppure mantenerlo premuto.

Regolazione dei Livelli di uscita

Ci sono **due tipi** di livelli di uscita che vengono visualizzati sul lato destro del display:

- un livello di uscita compreso tra **0** e **100** che corrisponde alla **intensità** della **corrente** erogata, se si usa l'**elettrodo resistivo**;
- un livello di uscita compreso tra **0** e **100** che corrisponde al **valore** della **tensione** erogata, se si usa l'**elettrodo capacitivo**.

Il valore **100** corrisponde a:

una **corrente** di **4 Ampère picco/picco**
una **tensione** di **900 Volt picco/picco**

I livelli vengono visualizzati anche dalla **barra indicatrice**, posta nella parte inferiore del display e vengono regolati agendo sulla apposita manopola. Ruotandola in senso **orario** la potenza **aumenta**, ruotandola in senso **antiorario diminuisce**.

Per effettuare la regolazione occorre avere dato **inizio** alla **sessione** premendo il tasto **Start**.
In caso contrario la potenza **non** viene applicata agli elettrodi.
La erogazione della potenza non avviene **istantaneamente** ma in modo **progressivo**, con un programma di **Soft Start**.
La barra di scorrimento aumenta infatti **progressivamente**, dopo avere premuto il tasto **Start**.

Ricordiamo ancora una volta che occorre sempre partire con la **manopola** di regolazione della **potenza** ruotata **completamente** in senso **antiorario**, cioè al **minimo**.
Piano piano la potenza deve essere aumentata adattandola alla sensibilità del paziente, che deve essere in grado di collaborare, avvertendo tempestivamente l'operatore quando la temperatura risulta **eccessiva**.

Attenzione: ***mai eseguire un trattamento partendo da un livello elevato di potenza, ma iniziare sempre dal livello minimo, aumentandolo lentamente e arrestandosi non appena il paziente conferma di avvertire una sensazione di piacevole tepore. Proseguire oltre può provocare danni irreversibili.***
Particolare attenzione va posta durante l'uso dell'elettrodo resistivo, con il quale il calore generato in profondità, può non essere avvertito immediatamente dal paziente, con gravi conseguenze.

La macchina controlla ad ogni istante i valori di **corrente**, **tensione** e **temperatura** e in caso di **cortocircuito** o di **overtemperature**, segnala la situazione di emergenza con un **lampeggio** della **scritta** del display e del **led** di funzionamento + un **segnale acustico intermittente** della durata di **3-4 secondi**, dopodichè **distacca** la **potenza** dagli elettrodi e si pone in **Pause**.

Nota: *i valori massimi di corrente, tensione e temperatura oltre i quali la macchina interviene,* ***non*** *hanno nulla a che vedere con i valori* ***massimi fisiologici*** *dannosi per il* ***paziente****, ma sono unicamente* ***parametri elettronici*** *monitorati per evitare il danneggiamento dell'****apparecchio****.*

Se la condizione persiste il messaggio si ripete.

Avvio sessione

Dopo avere premuto il tasto **Start** si ode un **beep** e ha inizio l'**erogazione della potenza**.
La sessione dura per il **tempo** impostato in **minuti** sul lato sinistro del display.
Premendo il tasto **Stop** l'apparecchio si pone in **Pause** e poi ripremendo il tasto **Start** riparte dal punto in cui si è interrotto.
Lo strumento prevede automaticamente una durata del trattamento di **20 minuti**, che è il valore **standard**.
Tuttavia è possibile aumentare questo tempo fino ad un massimo di **30 minuti**.
Il tempo che viene indicato sul display durante il trattamento è quello che manca alla fine della seduta.
Al termine, un **beep** avverte della **fine sessione** e lo strumento **distacca** la potenza dagli elettrodi e riporta il timer a **20**.

Messaggi di errore

L'apparecchio segnala con i seguenti messaggi di errore, accompagnati dal suono del **buzzer** e dal **lampeggio** del led di accensione e delle scritte sul display, le eventuali anomalie di funzionamento:

**** OVER Tens. ****

causa: tensione di uscita superiore a **900 Vpp**.

**** OVER Curr. ****

causa: corrente di uscita superiore a **4 App**.

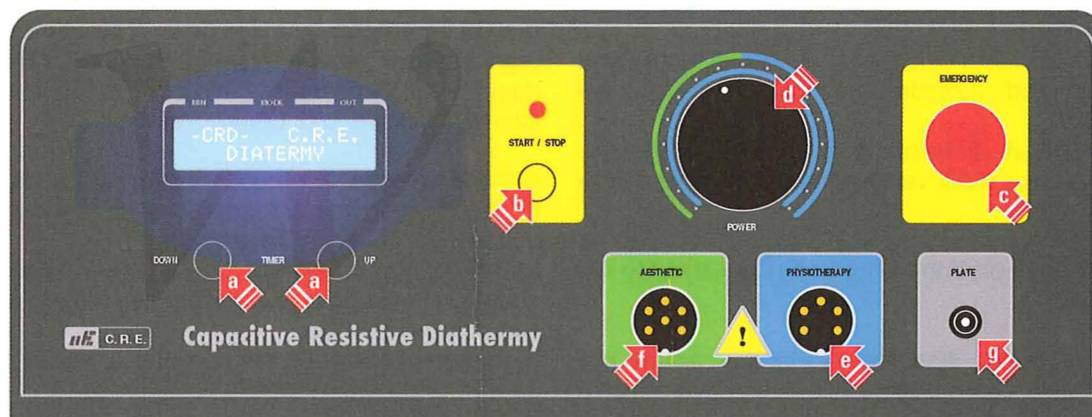


Fig.16 Nel disegno è riprodotta la mascherina frontale della DCR. Nello strumento per uso medico la linea verde posta sopra la manopola della potenza indica il valore massimo da non superare quando si usa in campo estetico. Nello strumento per uso estetico il connettore Physiotherapy non è collegato, ed è prevista una diversa gestione della potenza.
Di seguito sono illustrate le diverse funzioni dello strumento:

a) Timer Up-Down: impostazione durata del trattamento
b) Start: inizio trattamento Stop: pausa oppure fine trattamento
c) Emergency: consente di staccare l'alimentazione elettrica in caso di emergenza
d) Manopola Power: regolazione del livello della potenza di uscita
e) Connettore Physiotherapy: permette di collegare i diversi tipi di elettrodo resistivo e capacitivo per trattamento medico-fisiatrico
f) Connettore Aesthetic: permette di collegare i diversi tipi di elettrodo resistivo e capacitivo per uso estetico
g) Connettore Plate: permette di collegare l'elettrodo fisso

**** OVER Temp. ****

causa: surriscaldamento aletta raffreddamento Mosfet.

insert

causa: non è stato inserito alcun elettrodo prima di avere premuto lo **Start**.

error
*** NO ELECTRODE ***

causa: dopo avere premuto lo **Start**, l'elettrodo risulta non collegato.

two el

causa: due elettrodi vengono collegati per errore **contemporaneamente** nel momento in cui lo strumento è in **Pause**.

error
TWO ELECTRODES

causa: due elettrodi vengono collegati per errore **contemporaneamente dopo** che è stato premuto il tasto **Start**.

elect # (nella riga superiore)

causa: connettore dell'elettrodo **cablato erroneamente** oppure **bagnato**, dopo aver premuto lo **Start**.

Error
ELECTRODE DEFC

causa: connettore dell'elettrodo **cablato erroneamente** oppure **bagnato**, dopo aver premuto lo **Start**.

Inoltre, se contemporaneamente all'**accensione** dell'apparecchio dovesse accidentalmente essere premuto il tasto **Start**, la macchina entra nella procedura di **taratura** e compaiono sul display i valori interni di taratura.
In questo caso **non proseguite** e contattate immediatamente l'**Assistenza Tecnica**.

Modalità di TRATTAMENTO

Come abbiamo spiegato la **DCR** viene utilizzata in due modi, il modo **capacitivo** ed il modo **resistivo**.
Per sfruttare al massimo la potenzialità della terapia, i due modi vengono quasi sempre **associati**.
Di solito si inizia con il modo **capacitivo**, che ha lo scopo di produrre un primo **rilassamento** dei tessuti.

L'applicazione capacitiva produce un **calore superficiale** che ha come effetto una **vasodilatazione sottocutanea**, che consente di ottenere una migliore tolleranza della pelle al calore, preparando così i tessuti al successivo trattamento **resistivo**.
Questo potrà essere eseguito perciò con una maggiore **intensità**, in modo da conseguire un effetto più **profondo**.
In alcune patologie, invece, si opera all'inverso, eseguendo prima il trattamento **resistivo** e successivamente quello **capacitivo**.

Una precauzione da osservare sempre è quella di **evitare** di eseguire il trattamento di patologie in **fase acuta**.
In questo caso è consigliabile dare inizio al trattamento ad una distanza di almeno **48 ore** dall'evento acuto.
E' molto importante, inoltre, verificare che non siano presenti le controindicazioni indicate nel paragrafo **controindicazioni** e rispettare le indicazioni fornite nel paragrafo **pericoli**.

La **potenza** utilizzata va valutata attentamente di volta in volta, a seconda della **patologia** che si deve curare e della sua **evoluzione** clinica.
E' importante tenere presente che non sempre a potenze **più elevate** corrispondono effetti curativi **maggiori**.
Oltre allo sviluppo del **calore**, la diatermia mette in gioco infatti importanti processi di **biostimolazione**, che si manifestano soprattutto a **bassi** livelli di **potenza**.
In linea generale, perciò, una bassa potenza favorisce l'effetto **biostimolante**, che si riduce a potenza più elevata, per lasciare posto all'effetto **termico**.

La potenza dell'apparecchio è regolabile da **1** fino a circa **70 Watt**.
Data la grande variabilità delle tecniche di trattamento, nella **DCR** non esistono protocolli fissi, che indichino il livello di potenza da applicare, che dovrà essere attentamente valutato perciò caso per caso.
L'unico parametro su cui si basa l'operatore per regolare la potenza è la **percezione** del **calore** da parte del **paziente**, il quale deve essere assolutamente in grado di **collaborare**.

Il modo corretto di procedere prevede di partire con la manopola di regolazione della potenza posizionata sul livello **minimo**.
La manopola va ruotata molto lentamente fin quando il paziente non comincia a percepire una sensazione di calore.
E' importante sottolineare che questa sensazione **non deve mai risultare fastidiosa**.
In tutti i casi è sempre buona norma erogare il livello **minimo** di potenza necessario per ottenere l'effetto desiderato.

Se durante il trattamento il paziente non riporta **alcuna sensazione** di calore, è bene verificare il funzionamento dell'apparecchio (corretta programmazione, integrità dei cavi di collegamento, ecc.).

Assicurarsi inoltre che la zona da trattare non presenti fenomeni di **insensibilità** al **calore** e che il paziente sia in grado di percepire normalmente l'aumento di temperatura.

Tra gli elettrodi e la cute deve essere **sempre** interposto uno spesso strato di **crema conduttiva** (vedi fig.17), che ha il compito di distribuire **uniformemente** la **corrente** sulla superficie della pelle interessata al trattamento, evitando il **pericolo** di **ustioni** derivanti da una eccessiva concentrazione della corrente in alcuni punti.
La crema ha anche una funzione **lenitiva** e di miglioramento dello **scorrimento** dell'elettrodo mobile sulla cute.

Durante il trattamento occorre verificare che la crema non venga a **mancare** e in questo caso occorre provvedere a reintegrarla.
L'elettrodo mobile deve essere fatto scorrere sulla pelle con un movimento circolare, come visibile in fig.18, in modo da distribuire uniformemente il calore.
Il movimento di rotazione dell'elettrodo dovrà essere rapido nel modo capacitivo, per smaltire il calore superficiale, e potrà essere più lento nel modo resistivo, in cui il calore si sviluppa in profondità.

E' molto importante unire all'azione dell'elettrodo una azione di **massaggio manuale**, che ha la funzione di **rilassare** ulteriormente i tessuti e di favorire il **drenaggio** dei liquidi.

Fig.17 Prima di procedere al trattamento è necessario cospargere sia l'elettrodo fisso che l'elettrodo mobile con un abbondante strato di crema conduttrice che ha la funzione di migliorare la distribuzione del calore, evitando il verificarsi di pericolose ustioni.





Fig.18 Durante il trattamento l'elettrodo mobile deve essere fatto scorrere con movimento circolare, alla velocità di circa un circolo ogni 1-2 secondi, in modo da distribuire uniformemente il calore sulla zona del corpo da trattare. Assicurarsi sempre che tra l'elettrodo e la cute sia presente una sufficiente quantità di crema.

Fig.19 Contestualmente all'applicazione con l'elettrodo, si raccomanda di sottoporre la parte trattata ad un massaggio manuale, che ha la funzione di potenziare l'effetto terapeutico, contribuendo a rilassare i tessuti e ad esercitare una funzione di drenaggio dei liquidi.



Una cosa da evitare è la **concentrazione** della **corrente elettrica** in **punti ristretti** della **pelle**, per evitare **ustioni** superficiali.

Se, per esempio, si deve trattare un intero arto come il **braccio**, ad un livello elevato di potenza, e si posiziona l'elettrodo fisso sulla **spalla** e l'elettrodo mobile sul **dorso** della **mano**, occorre fare molta attenzione a mantenere la superficie di quest'ultimo sempre a **contatto** della cute, perché altrimenti si verrebbe a creare una forte concentrazione della corrente sulla superficie della mano, che può essere la causa di fastidiose ustioni.

La durata del trattamento è solitamente di **20 minuti**. Il numero delle sedute può variare da **10** a **20**, a seconda della patologia, con cadenza **giornaliera** oppure a **giorni alterni**.

Preparazione del paziente

Prima di procedere al trattamento l'operatore deve:

- verificare che **non siano presenti** le eventuali **controindicazioni** riportate nel paragrafo **CONTROINDICAZIONI**;
- valutare la **sensibilità** al **calore** del paziente e la sua possibilità di **collaborare** nell'indicazione della temperatura confortevole;
- **rimuovere** tutti gli **oggetti metallici**, come catenine, braccialetti, ciondoli, ecc.;
- rimuovere eventuali **protesi acustiche**;
- rimuovere gli **abiti** dalla zona interessata alla applicazione;
- assicurarsi che la pelle del paziente sia **asciutta**. **Evitare** di usare **prodotti** a **base alcolica**;
- richiedere al paziente di comunicare immediatamente qualunque **sensazione fastidiosa** dovesse avvertire durante il trattamento.

Durante il trattamento occorre:

- assicurarsi che il paziente mantenga la **corretta posizione**. E' importante che il paziente **non** sia **mai lasciato solo**, ma venga costantemente assistito dall'operatore;
- assicurarsi che **non tocchi** lo strumento e che altre persone in prossimità non possano farlo.

Dopo questa necessaria premessa, vediamo quali sono le modalità di trattamento nei due modi operativi, quello **capacitivo** e quello **resistivo**.

Modo capacitivo

La caratteristica più importante che contraddistingue il modo **capacitivo** è l'utilizzo di un elettrodo ricoperto da uno strato isolante di **Rilsan®**, come visibile in fig.20.
In questo modo lo sviluppo del calore avviene prevalentemente sulla **superficie** della **pelle** e da qui si diffonde verso l'interno.

Nota: ***per evitare di provocare ustioni, prima di iniziare accertarsi sempre che non vi siano sulla superficie piana dell'elettrodo graffi o intaccature nel rivestimento in Rilsan.***

Una volta che si è sistemato l'elettrodo **fisso** al di sotto della zona del corpo da trattare, interponendo un adeguato strato di **crema conduttrice**, si appoggia l'elettrodo **mobile** sulla superficie della zona interessata, disponendolo parallelamente all'elettrodo fisso, dopo avere cosparso la pelle con un identico strato di **crema conduttrice**.

Quindi si dà inizio al trattamento, partendo da un livello di potenza **molto basso**.
L'elettrodo mobile deve essere **premuto** con una certa pressione sulla cute, in modo da realizzare un **contatto completo**, e fatto **scorrere** sulla superficie della pelle con un **movimento circolare**, alla velocità di **un** circolo **ogni 1-2 secondi**, in modo da favorire la **dispersione del calore** nei tessuti, vedi fig.18.

Durante il movimento, l'operatore deve avere l'avvertenza di mantenere l'elettrodo mobile **parallelo** al sottostante elettrodo fisso.
Evitare assolutamente di appoggiare l'elettrodo solo **in parte** sulla cute o di toccarla con il bordo, perché in questo caso la concentrazione della corrente in una superficie ridotta può causare **ustioni** e **bruciature**.

Si aumenta mano a mano la potenza, fin quando il paziente non comincia ad avvertire una **sensazione** di **calore**, che **non** deve essere **fastidiosa**.
Da questo momento in poi si prosegue il trattamento monitorando attentamente la sensazione riferita dal paziente, **riducendo immediatamente** la **potenza** se questi lamenta una sensazione di **calore eccessivo**. In questo modo si evitano pericolosi surriscaldamenti cutanei.

L'elettrodo fisso ha una dimensione di cm **19 x 21**.
L'elettrodo mobile è invece disponibile in due misure e precisamente nel diametro di **40 mm** e **60 mm**.

La scelta dell'elettrodo mobile dipende dalla forma e dalle dimensioni della zona da trattare.

La **durata** del trattamento è in funzione della patologia e della superficie interessata.
Quanto più ampia è la superficie, quanto maggiore è il tempo necessario per completare il trattamento.
Indicativamente, per un'area di **100 cmq** di pelle con un **diffusore capacitivo** di **50 mm** di diametro, il tempo di trattamento è di circa **60 secondi**.
Con un **diffusore resistivo** sempre di **50 mm** di diametro, è di circa **30 secondi**.

Modo resistivo

Nel modo resistivo si utilizza un elettrodo mobile **conduttivo** e lo sviluppo del **calore** avviene **in profondità** nei tessuti.
Per questo motivo, generalmente, l'elettrodo mobile viene mantenuto fisso oppure mosso lentamente sulla superficie da trattare.
L'elettrodo fisso è invece identico a quello utilizzato in modo capacitivo.
Anche in questo caso tra entrambi gli elettrodi, **fisso** e **mobile**, e la pelle deve essere interposto un adeguato strato di **crema conduttrice**.

Per evitare difformità nel campo elettrico, anche nel modo resistivo occorre mantenere l'elettrodo mobile il più possibile **parallelo** all'elettrodo fisso.
Evitare come sempre di appoggiare solo **parzialmente** l'elettrodo sulla pelle, per non provocare **ustioni**.

Dovendo arrivare in profondità e interessare un volume più ampio di tessuti, la potenza utilizzata nel trattamento resistivo è generalmente **superiore** a quella impiegata nel modo capacitivo.

Per questo motivo, e poiché il calore sviluppato in **profondità** può **non essere avvertito sufficientemente dal paziente**, è molto importante **monitorare costantemente** il livello della **potenza**, verificando che il paziente non avverta una sensazione di calore eccessivo, nel qual caso occorre **ridurre immediatamente** il livello della potenza erogata.
Anche in questo caso l'elettrodo mobile è disponibile in due diversi diametri, **40 mm** e **60 mm**, a seconda della forma e delle dimensioni della zona da trattare.



Fig.20 Nella fotografia sono visibili gli elettrodi utilizzati nelle diverse applicazioni. Partendo da sinistra, l'elettrodo fisso, l'elettrodo resistivo per uso estetico, quindi gli elettrodi mobili per uso fisiatrico, resistivo e capacitivo, disponibili nelle due dimensioni di 40 e 60 mm.

PERICOLI e AVVERTENZE d'USO

Il trattamento deve sempre essere eseguito da un medico oppure sotto la diretta responsabilità del medico.
Raccomandiamo di consultarsi sempre con il proprio medico di fiducia, prima di intraprendere il trattamento.

Il trattamento **non può** essere eseguito nelle seguenti parti del corpo:

- **il capo**
- **l'addome**
- **le gonadi e gli organi sessuali**
- **gli occhi**

Evitare assolutamente di eseguire il trattamento su superfici del corpo insensibili al calore.

L'apparecchio deve essere **collegato unicamente** ad impianti **elettrici** a **norma** e **non deve essere utilizzato in vicinanza di apparecchiature utilizzate nella sorveglianza dei parametri vitali del paziente, per il rischio di interferenze.**

ATTENZIONE: ***si raccomanda di porre sempre al minimo la manopola che regola la potenza, prima di dare inizio al trattamento. Partendo dal livello minimo, ruotare lentamente la manopola, arrestandosi non appena il paziente conferma di avvertire una sensazione di piacevole tepore.***
Per evitare ustioni, durante l'esecuzione della terapia occorre monitorare continuamente il livello di potenza erogata, riducendola immediatamente non appena il paziente lamenta un calore eccessivo.
Particolare attenzione va posta durante l'uso dell'elettrodo resistivo, con il quale il calore, generato in profondità, può non essere avvertito immediatamente dal paziente, con gravi conseguenze.

Prima di procedere al trattamento, è importantissimo verificare che la superficie in **Rilsan®** dell'**elettrodo capacitivo non presenti graffiature.**

La presenza di graffi determina una **perdita di isolamento elettrico.**
In questo caso l'elettrodo non può più essere utilizzato e deve essere **sostituito immediatamente.**

Le cose da non fare

Vietato applicare gli elettrodi e allontanarsi dall'apparecchio. L'operatore deve essere sempre presente e controllare attentamente insieme al paziente che la sensazione prodotta dal calore non risulti fastidiosa. In questo caso dovrà provvedere immediatamente a ridurre la potenza.

Vietato applicare l'elettrodo su parti del corpo che non siano state preventivamente pulite con prodotti **non alcolici** e cosparse con la **crema conduttrice** in dotazione.

Vietato appoggiare l'elettrodo mobile sull'elettrodo fisso durante il normale funzionamento.

Vietato utilizzare la macchina per procurare torture a esseri umani o animali o finalizzare la macchina ad altre attività che non siano la cura o il controllo delle malattie per cui è predisposta.

CONTROINDICAZIONI

Il trattamento con la diatermia NON PUÒ ESSERE ESEGUITO se sono presenti le seguenti controindicazioni assolute.

CONTROINDICAZIONI ASSOLUTE:

Presenza di dispositivi nel corpo quali:

- **pacemaker cardiaco**
- **contraccettivi uterini**
- **protesi uditive**
- **protesi metalliche e plastiche (polietilene, ecc.), chiodi e punti metallici, ecc.**
- **ferule dentarie**

Malattie:

- **tumori (il calore aumenta la proliferazione delle cellule)**
- **insufficienza cardiocircolatoria di grado medio e grave**
- **emorragie**
- **tessuti ischemici**
- **diatesi tromboembolica**
- **infezioni locali o sistemiche, in primis la TBC**
- **patologie dermatologiche attive**
- **la presenza di zone cutanee con insensibilità al calore**
- **paziente non cooperativo**

Condizioni fisiologiche

- **stato di gravidanza**
- **mestruazioni**
- **presenza di cartilagini di accrescimento nel tessuto**
- **alterazioni della coagulazione**
- **febbre**
- **trattamenti con terapie radianti**

Le seguenti **controindicazioni relative** richiedono invece una **attenta valutazione del medico**, che deciderà **se** e **come** eventualmente procedere ad un eventuale trattamento.

CONTROINDICAZIONI RELATIVE:

- **presenza di aree ipoestesiche**

- **obesità**

- **malattie infiammatorie in fase acuta**

LINK

Un link che vi segnaliamo e che riporta opinioni di medici, fisiatri ed operatori del settore è il seguente:

www.fisiobrain.com

BIBLIOGRAFIA

Sheila Kitchen
Electrotheraphy Evidence-based practice Elsevier

A. Zati- A. Valent
Terapia fisica
Minerva Medica

G. Bernabei - E. Pecchioli
Applicazioni pratiche dell'utilizzo della diatermia nelle patologie della spalla
Ed. Martina

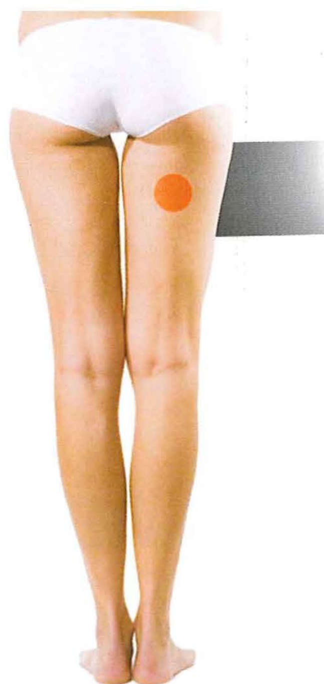
G. Bernabei - E. Pecchioli
Applicazioni pratiche dell'utilizzo della diatermia nelle patologie del ginocchio
Ed. Martina



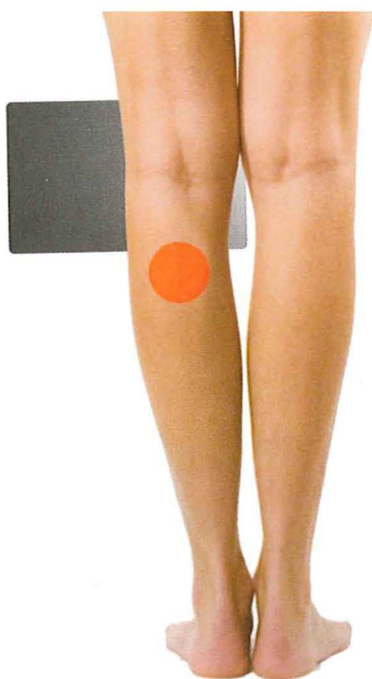
Fig.21 Anche in campo veterinario la Diatermia può essere utilizzata con successo per alleviare i disturbi dei nostri piccoli amici.

Contusioni

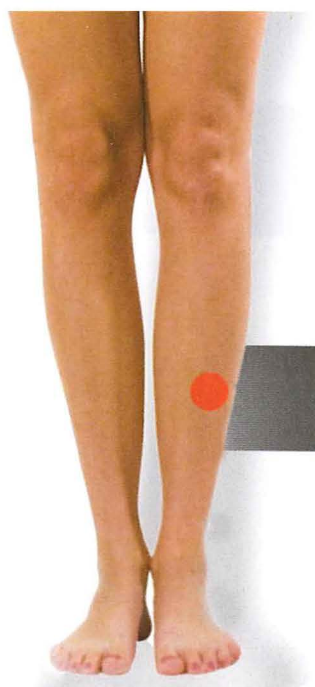




Contratture



Elongazioni
Lesioni

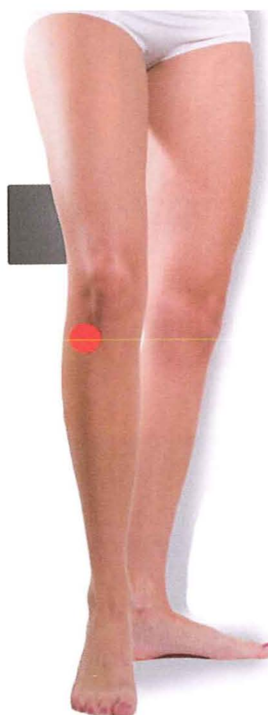


Miositi ossificanti

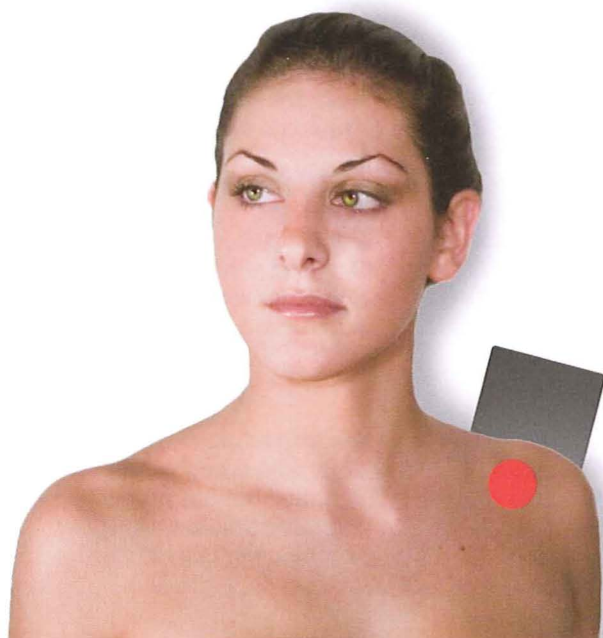
Numero progressivo	Patologia	Pag.	Numero progressivo	Patologia	Pag.
					49
	Muscolare		16	Gonartrosi	49
			17	Coxartrosi	49
1	Contusioni	44	18	Rizoartrosi	49
2	Contratture	44	19	Esiti di fratture	50
3	Elongazioni	45	20	Capsulite adesiva	50
4	Lesioni	45			
5	Miositi ossificanti	45		Bursale	
	Tendinea		21	Cisti di Baker	50
			22	B. subacromion deltoidea	50
6	Tendine di Achille	46	23	B. olecranica	51
7	Tendine rotuleo	46	24	B. patellare	49
8	Cuffia rotatori	46			
9	C.L. bicipite	46		Neurologica	
10	Epicondilite	47			
11	Pubalgia	47	25	Sindrome tunnel carpale	49
12	Fascite plantare	47	26	Sindrome tunnel tarsale	47
13	Distorsioni capsulari	48	27	S. tunnel tarsale superiore	51
			28	Neuroma plantare	47
	Ossea		29	Lombosciatalgia	51
14	Cervicartrosi	48			
15	Lombartrosi	48			



Tendine d'Achille

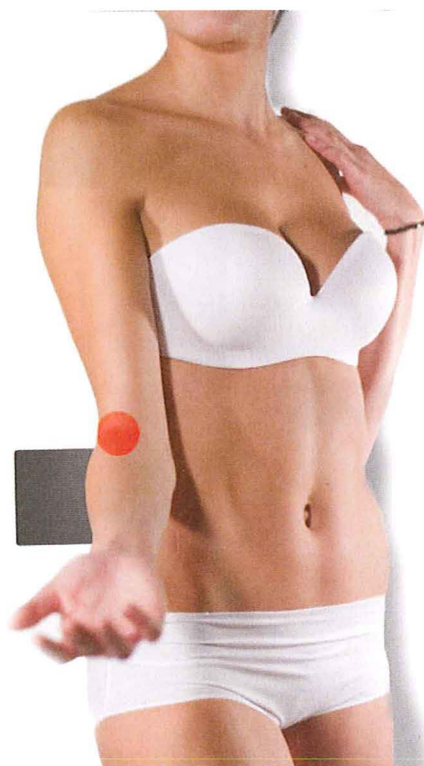


Tendine rotuleo



Cuffia rotatori
C. L. bicipite

Epicondilite





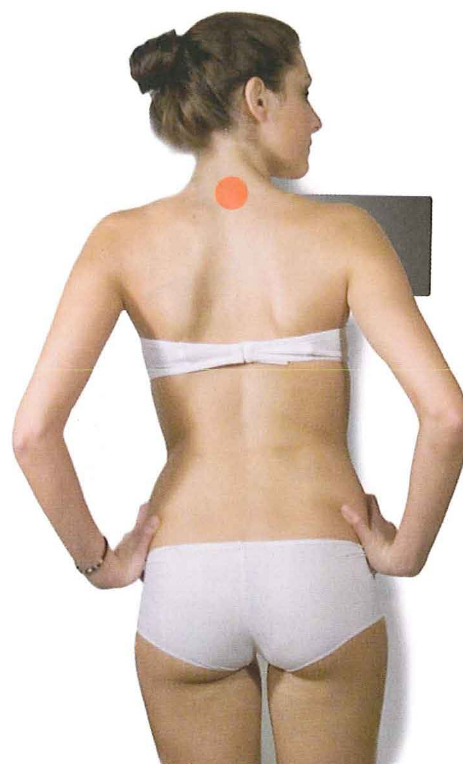
Pubalgia



Fascite plantare
Sindrome tunnel tarsale
Neuroma plantare



Distorsioni capsulari

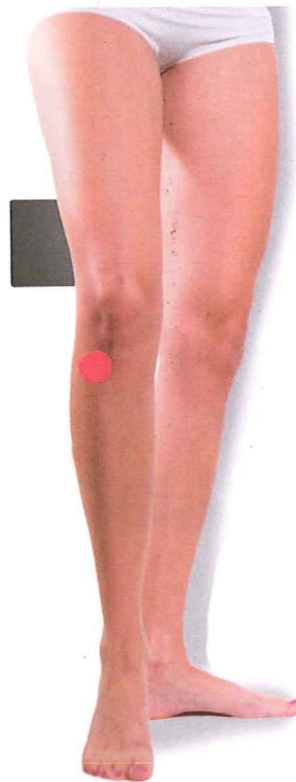


Cervicoartrosi



Lombartrosi

Gonartrosi
Borsite patellare





Coxartrosi



Rizoartrosi
Sindrome tunnel carpale



Esiti di fratture



Capsulite adesiva
B. subacromion deltoidea



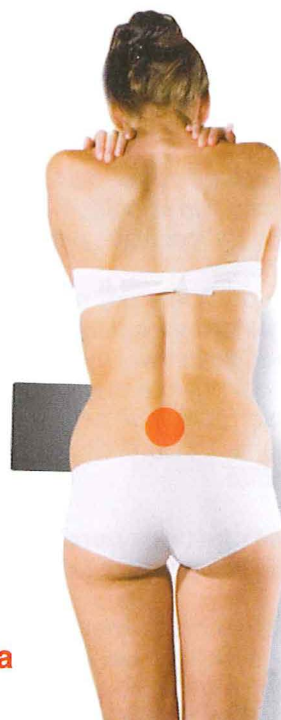
Cisti di Baker

Borsite olecranica





Tunnel tarsale superiore



Lombosciatalgia

FAQ (Frequently Asked Questions)

Abbiamo riassunto di seguito alcune delle domande e delle curiosità più frequenti a proposito della ***DCR****.*

1 - Si dice che l'effetto termico prodotto dalla diatermia sia dovuto a onde elettromagnetiche a media frequenza. Con questa terapia il paziente e l'operatore sono dunque esposti a campi elettromagnetici dannosi?

No. A differenza della radar terapia e della Marconi terapia, che utilizzano onde elettromagnetiche ad alta frequenza irradiate con un unico elettrodo che funge da antenna, la DCR utilizza il principio del condensatore, cioè un campo elettrico in grado di produrre la polarizzazione delle cariche presenti all'interno dei tessuti biologici, ma senza irradiare onde elettromagnetiche in quantità rilevante. Pertanto non si può dire che il paziente o l'operatore siano sottoposti ad un particolare inquinamento elettromagnetico.

2 - E' vero che i tessuti biologici che ricevono il trattamento si riscaldano in modo diverso a seconda della loro composizione?

Certamente. Per fare aumentare di ***1°C*** *la temperatura di* ***1 grammo*** *di* ***acqua*** *occorre fornire una quantità di calore pari a* ***4,185 Joule****. Questa quantità di calore viene definita* ***calore specifico****.*
Ogni sostanza ha un suo calore specifico e anche i tessuti biologici, a seconda della loro composizione, possiedono diversi valori di calore specifico.
Per esempio, la ***pelle*** *ha un calore specifico di* ***3,77 Joule/ g per °C****, il* ***tessuto muscolare*** *di* ***3,75****, il* ***grasso*** *di* ***2,3*** *e l'osso di* ***1,59****.*
Questo significa che fornendo una identica quantità di calore ad un tessuto ***osseo*** *oppure ad un tessuto* ***muscolare****, il primo si riscalderà di più del secondo.*

3 - Qual è la differenza fra l'elettrodo resistivo e quello capacitivo?

Quando si utilizza l'elettrodo ***capacitivo****, la dissipazione del calore avviene sulla* ***superficie*** *dell'****elettrodo****, a stretto contatto con la pelle. In questo caso, a parità di corrente dissipata, il calore viene avvertito maggiormente dal paziente, perché nel derma sono presenti numerose terminazioni nervose deputate a percepirlo.*
La localizzazione superficiale del calore ottenuta con l'elettrodo capacitivo consente di ottenere buoni risultati nelle ***patologie cutanee*** *oppure* ***muscolari****.*
Nell'uso dell'elettrodo ***resistivo****, invece, i due elettrodi, quello fisso e quello mobile sono entrambi* ***buoni conduttori*** *ed il punto a maggiore impedenza è rappresentato dai tessuti più "poveri" di acqua e cioè dalle* ***ossa****, dai tessuti* ***capsulari*** *e dai* ***tendini****. E' in queste parti del corpo, perciò, che si sviluppa maggiormente il calore, che viene avvertito in misura minore dal paziente, perché erogato a* ***maggiore profondità****.*

4 - Come è possibile che ci sia passaggio di corrente attraverso l'elettrodo capacitivo, se la sua superficie è rivestita di materiale isolante?

Il passaggio di corrente non avviene materialmente ***attraverso*** *lo strato isolante dell'elettrodo. La corrente che nasce all'interno dei tessuti è dovuta al movimento alternato delle cariche elettriche presenti al loro interno, attratte ora in un senso, ora nell'altro dal campo elettrico variabile prodotto dal generatore. Come è stato dimostrato a suo tempo da Maxwell, il movimento alternato delle cariche elettriche all'interno del dielettrico, chiamato* ***"corrente di spostamento dielettrico"*** *equivale in tutto e per tutto ad una* ***corrente alternata****.*



5 - Il calore che si produce dipende dal diametro dell'elettrodo?

*Sì, a parità di potenza erogata, il calore sviluppato dipende notevolmente anche dalle dimensioni dell'elettrodo. Se l'elettrodo mobile e l'elettrodo fisso avessero la stessa superficie, la distribuzione della corrente elettrica tra le due armature del condensatore sarebbe uniforme. Se si riduce invece la superficie dell'elettrodo mobile, la corrente tende a convergere sulla sua superficie, **concentrando** su di essa il calore che si produce.*
L'utilizzo di un elettrodo mobile di diametro minore, perciò, può consentire di ottenere una temperatura superficiale più elevata senza dover ricorrere ad un innalzamento della potenza.

6 - E' vero che l'effetto termico può manifestarsi anche in zone molto lontane dall'elettrodo mobile?

*Certamente. Per quanto abbiamo detto, il calore prodotto con la diatermia si sviluppa maggiormente nella parte del corpo che presenta una **maggiore impedenza**. Ad esempio, se si colloca l'elettrodo **fisso** sotto il **palmo** della **mano** e quello **mobile** su una **spalla**, il calore verrà percepito a livello del **polso**, cioè nella zona a maggiore impedenza. Lo stesso fenomeno si manifesta sulla **caviglia**, collocando l'elettrodo **fisso** sotto la **pianta** del **piede** e l'elettrodo **mobile** a livello della **coscia**.*
Perciò è molto importante tenere conto di questo fenomeno prima di dare inizio al trattamento.

7 - Lo spessore della pelle può influire sul calore?

*Si, anche lo spessore della pelle gioca un ruolo importante. Se la pelle presenta uno spessore **ridotto** si avrà **minore dispersione termica**, e quindi un maggiore sviluppo localizzato del calore. Un altro aspetto di cui bisogna tenere conto è dato dalla **vascolarizzazione** della cute, perché una buona irrorazione sanguigna contribuisce a disperdere più facilmente il calore, visto che il sangue è un **buon conduttore** di energia termica.*

8 - Qual è il livello di potenza che occorre utilizzare?

*Non è corretto parlare di valori di potenza in senso assoluto, perché ciascuno di noi ha una **tollerabilità** individuale al **calore**, e un livello di potenza ben tollerato da un paziente può risultare insopportabile per un altro. Inoltre la potenza da utilizzare dipende in grande misura anche dalla ampiezza della zona da trattare. Per questo si assume che il livello di potenza al quale ci si deve assestare quando si esegue un trattamento con la diatermia, è quello che garantisce al paziente una sensazione di **piacevole tepore**. In nessun caso il calore deve risultare **fastidioso**.*

9 - Per ottenere un buon effetto terapeutico occorre usare potenze elevate ?

*No. L'azione della diatermia è il risultato di diversi fenomeni biologici. Insieme al **calore** è presente infatti un notevole effetto **bioelettrico** che si traduce in una stimolazione del **metabolismo** cellulare, con incremento del consumo di **ATP** e di **ossigeno**, insieme ad un **effetto antalgico**, che si manifestano entrambi a livelli di **potenza medio-bassa**. Valori di potenza elevata vengono utilizzati per periodi **brevissimi** solo in caso di blocchi articolari o di gravi lesioni croniche anchilosanti.*

10 - Spesso insieme al trattamento con la DCR, viene praticato anche un massaggio della zona trattata. E' utile?

*Il massaggio, non solo è utile ma è decisamente raccomandato. Durante il trattamento, infatti, il fisiatra tratta la superficie interessata con l'elettrodo mobile, eseguendo movimenti circolari in modo da garantire una buona dispersione del calore, e contemporaneamente ripassa la zona appena trattata con la mano libera, **massaggiandola** nello stesso senso, oppure in senso inverso.*
*Il **massaggio** ha una funzione coadiuvante importantissima, e cioè quella di **drenare** e **distribuire** i **liquidi** e le sostanze che vengono liberate dalla diatermia, in modo che possano facilmente essere eliminate. Inoltre, il massaggio contribuisce a **distendere** ulteriormente le **fibre muscolari**, favorendo così i processi di guarigione.*

Cosa dicono le PROVE di LABORATORIO

Per capire come funziona veramente la diatermia, una volta realizzato il prototipo dell'apparecchio, lo abbiamo sottoposto ad una serie di prove nel nostro laboratorio.
Siamo così riusciti a sfatare qualche luogo comune che contribuisce a rendere difficile la comprensione del principio su cui si basa questa terapia, e a dare una risposta ad alcuni quesiti che si pongono frequentemente coloro che utilizzano lo strumento.

1 – E' vero che la DCR utilizza onde elettromagnetiche ?

La prima misura che abbiamo eseguito è stata volta ad accertare se è vero che l'effetto curativo è dovuto unicamente ad un ***campo elettrico (principio del condensatore)*** *oppure se a questo si accompagna anche un* ***campo elettromagnetico*** *di una certa intensità, cioè se l'effetto terapeutico della DCR è dovuto all'azione di* ***energia radiante****.*
Per saperlo, abbiamo posizionato in prossimità della coppia di elettrodi (capacitivo e fisso), una antenna a larga banda, log.periodica, collegata ad un ***analizzatore di spettro****. L'antenna è calibrata in modo da raccogliere le eventuali onde elettromagnetiche emesse dagli elettrodi.*
Abbiamo poi eseguito un trattamento tipico, applicando agli elettrodi una tensione di ***450 Volt picco/picco****, a* ***470 kHz*** *e siamo andati a misurare l'ampiezza del* ***campo elettromagnetico*** *che veniva rilevato dall'antenna durante la seduta.*

Come potete vedere dalla figura sottostante che mostra lo schermo dell'analizzatore di spettro, il campo elettromagnetico prodotto dalla diatermia risulta scarsamente apprezzabile. Questo conferma che il principio di funzionamento della ***DCR*** *si fonda unicamente sul fenomeno della* ***polarizzazione*** *dei tessuti biologici prodotta dal* ***campo elettrico*** *che si viene a creare* ***tra gli elettrodi****, mentre l'azione del campo elettromagnetico risulta* ***irrilevante****.*

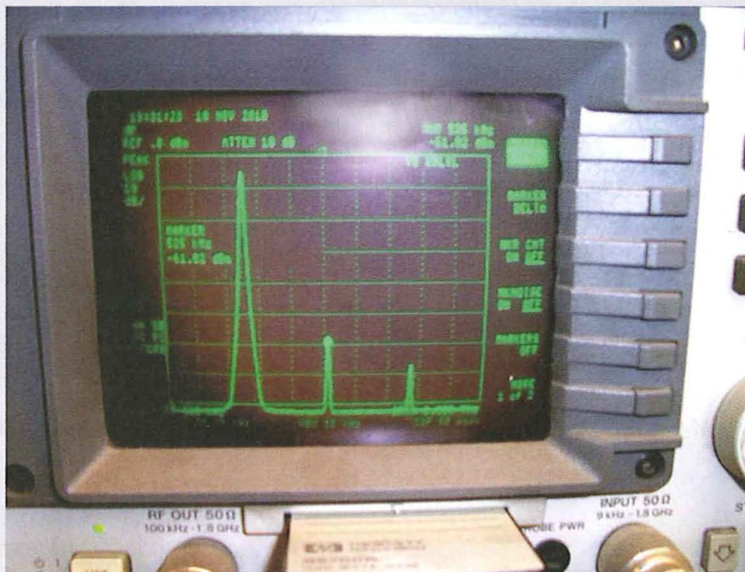


Fig.22 Nello schermo dell'analizzatore di spettro compare a sinistra il picco di zero, a destra il picco relativo alla frequenza fondamentale e, a lato, il picco relativo alla seconda armonica. Come si vede il picco di emissione elettromagnetica relativo alla frequenza fondamentale ha un'ampiezza di circa –60 dB, cioè irrisoria.



2 - Un semplice esperimento che spiega la differenza tra l'elettrodo resistivo e quello capacitivo.

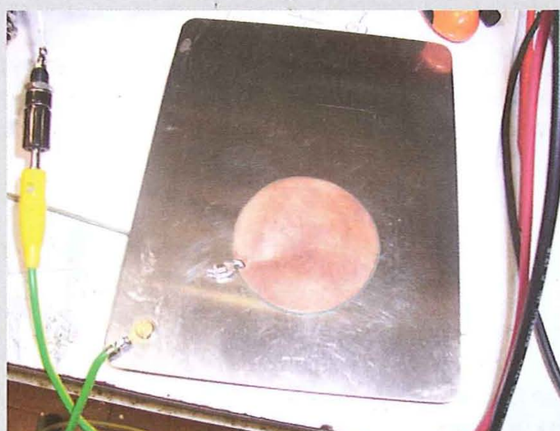


Fig.23 Con questo semplice esperimento vi mostriamo come avviene il trasferimento di energia nei due diversi modi di impiego della DCR e cioè nel modo Capacitivo e nel modo Resistivo. Per farlo utilizzeremo un piccolo circuito stampato a due facce, isolate tra loro da un sottile strato di vetronite. Alle facce in rame sono stati collegati i due terminali di una minuscola lampadina al neon, che si accende ogniqualvolta tra le due facce del circuito è presente un forte campo elettrico.

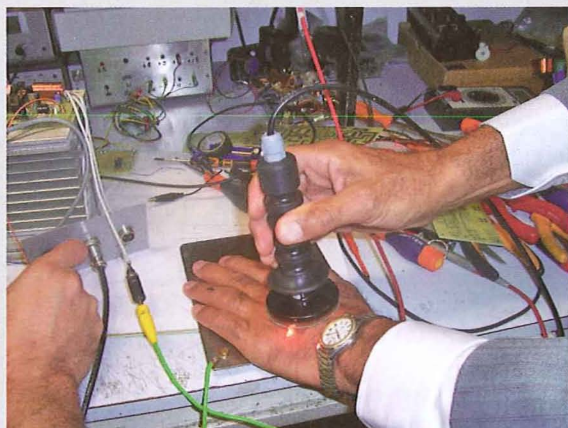


Fig.24 La fotografia mostra cosa avviene quando viene utilizzato l'elettrodo capacitivo. Il circuito stampato, posizionato subito al di sotto dell'elettrodo capacitivo, simula il dielettrico con il quale è rivestita la sua superficie. Applicando il campo elettrico a 470 kHz tutta l'energia si concentra subito al di sotto della superficie dell'elettrodo, cioè sul circuito stampato, accendendo la lampadina al neon. Questo spiega perché con l'elettrodo capacitivo l'azione del calore si manifesta più superficialmente, ed interessa prevalentemente il muscolo ed il grasso sottocutaneo.

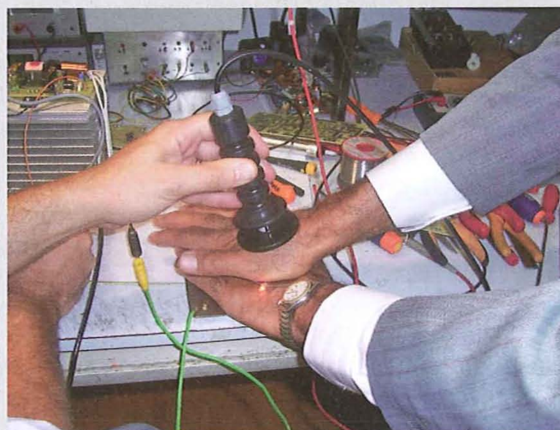


Fig.25 In questa foto abbiamo verificato il funzionamento dell'elettrodo resistivo. Il dischetto, posizionato tra le mani, simula un tessuto biologico ad elevata impedenza, situato in profondità all'interno del corpo. L'accensione della lampadina al neon conferma che nel modo resistivo l'energia si concentra in profondità, e precisamente sul tessuto a maggiore impedenza, come quello osseo.

3 - Come si misura la capacità degli elettrodi ?

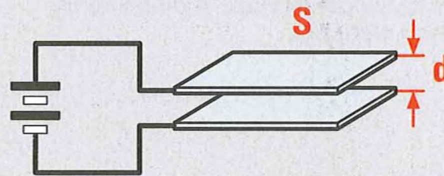
*La seconda prova è stata quella di analizzare il comportamento degli elettrodi, studiando il principio che sta alla base del trattamento e cioè l'**effetto condensatore**.*

*Come sapete, un condensatore è un dispositivo formato da due armature metalliche di superficie **S**, collocate parallelamente tra loro ad una certa distanza **d**.*
*Il valore della **capacità C** del condensatore, cioè la sua proprietà di "immagazzinare" una certa quantita di carica elettrica, è dato dalla formula:*

$$C = \varepsilon \times S/d$$

dove:

C** è la **capacità** in **Farad
***ε** è la **costante dielettrica assoluta** del mezzo interposto fra le armature*
S** è la **superficie** dell'armatura in **m²
d** è la loro **distanza** in **m



*La **costante dielettrica assoluta ε** dipende dal tipo di dielettrico che è interposto tra le armature e si ottiene moltiplicando la costante del vuoto **ε0**, che viene presa come campione, per la costante **relativa εr** di ciascun materiale.*
*Ogni sostanza, infatti, ha una propria costante dielettrica, che viene chiamata **εr**. Quella dell'aria coincide praticamente con quella del vuoto. Altre sostanze hanno invece una **εr** più elevata.*
*Il vetro, per esempio, ha una **εr** uguale a **8**.*

Se le armature del condensatore sono poste in aria, otterremo un certo valore di capacità, che dipende dalla costante dell'aria.
Se invece tra le armature viene interposto un altro materiale, ad esempio una lastra di vetro, la capacità del condensatore cambierà e assumerà un altro valore, perché il vetro ha una costante dielettrica diversa da quella dell'aria.
*Precisamente, poiché la costante dielettrica del vetro è circa **8 volte** quella dell'aria, la capacità del condensatore diventerà **otto** volte **più grande**.*

Abbiamo fatto questa premessa perché ci aiuta a comprendere come funziona la diatermia.

*Se prendiamo l'**elettrodo capacitivo** e lo appoggiamo a contatto sull'elettrodo fisso, non facciamo altro che realizzare un **condensatore** in cui gli elettrodi sono le armature e il **dielettrico** è costituito dal sottilissimo strato di **Rilsan** che riveste l'elettrodo.*
*In queste condizioni, abbiamo misurato con un capacimetro la capacità dell'elettrodo mobile, e abbiamo trovato un valore di circa **200 picoFarad**.*

*Dopo avere eseguito la misura, abbiamo interposto **la mano** tra l'elettrodo mobile e l'elettrodo fisso e abbiamo misurato la capacità presente tra gli elettrodi con questa nuova condizione.*
*Il valore che abbiamo ottenuto è risultato pari a circa **370 picoFarad**, cioè notevolmente **superiore**.*

*Questo perché il tessuto biologico è caratterizzato da una propria **costante dielettrica**, data dalle diverse sostanze che lo compongono, che conferma la sua capacità di **immagazzinare** una certa quantità di **carica**, quando viene sottoposto ad un campo elettrico.*



4 - A quale potenza si comincia ad avvertire l'effetto termico?

*Se consultate il manuale d'uso di qualche apparecchio in commercio, vi accorgerete che quando si tratta di quantificare la potenza da utilizzare durante i diversi trattamenti, i discorsi si fanno spesso confusi. E siccome a volte vengono raccomandati dei valori di potenza che reputiamo un tantino esagerati, per nostra curiosità abbiamo voluto appurare a quale livello si comincia ad avvertire **mediamente l'effetto termico** nel corpo, durante un trattamento. Diciamo mediamente, perché, come si è detto, la sensibilità al calore può variare da individuo ad individuo.*
*Per eseguire la misura della potenza abbiamo posto in serie all'uscita una piccola **resistenza**. La caduta di tensione sulla resistenza è proporzionale alla **corrente** che l'attraversa. Perciò, collegando ai capi della **resistenza** un canale dell'oscilloscopio, siamo in grado di visualizzare sullo schermo la **corrente** erogata durante il trattamento, mentre collegando l'altro canale dell'oscilloscopio ai due **elettrodi**, possiamo visualizzare il valore della **tensione** applicata in uscita.*
*La **potenza P** erogata, misurata in **Watt** è data dalla formula:*

P = V eff x I eff

dove:

P** è la **potenza** in **Watt
V eff** è il **valore efficace** della **tensione** in **Volt
I eff** è il **valore efficace** della **corrente** in **Ampère

*Poiché la tensione e la corrente sono **sinusoidali**, i rispettivi **valori efficaci** si possono ricavare dai valori **picco/picco** tramite le semplici formule:*

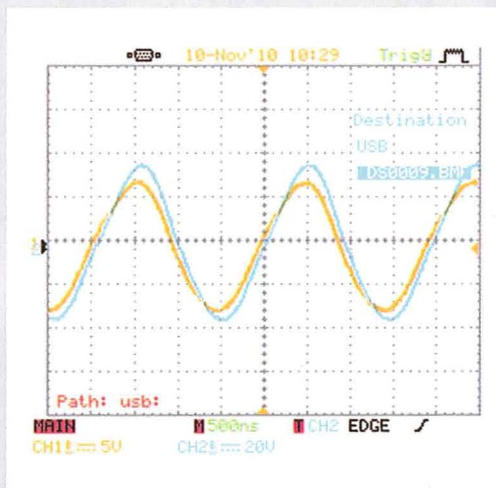
V eff = V/picco/picco : 2,82

I eff = I picco/picco : 2,82

*A questo punto ci siamo sottoposti ad un trattamento sulla **mano**, utilizzando l'elettrodo **capacitivo**, e abbiamo aumentato progressivamente la potenza erogata, fin quando non abbiamo cominciato da avvertire il calore prodotto dalla superficie dell'elettrodo.*
Abbiamo aumentato ancora leggermente il valore della potenza in modo da ottenere una sensazione netta di calore, che fosse tuttavia ancora sopportabile.

*La fotografia a fianco mostra i risultati ottenuti. Il valore della tensione, rappresentata dalla sinusoide **colore azzurro**, è di **72 Volt picco/picco**, pari a:*
72 Volt : 2,82 = 31,5 Volt efficaci.
*Il valore della corrente, rappresentata dalla sinusoide di **colore arancio**, è di **1,5 Ampère picco/picco**, corrispondenti a:*
1,5 Ampère : 2,82 = 0,53 Ampère efficaci.
La potenza alla quale abbiamo avvertito l'effetto termico è dunque pari a:

P = 31,5 Volt x 0,53 Ampère = 16,7 Watt



Come potete notare per avvertire l'effetto termico non è necessario applicare un livello di potenza elevato. Questa misura è stata eseguita su una zona limitata del corpo, come la mano.
Naturalmente qualora il trattamento interessi un'area più vasta, a parità di effetto termico, la potenza da erogare risulterà superiore.

5 - Come si comporta il tessuto biologico durante il trattamento ?

*Un'altra cosa che ci incuriosiva, era capire come si comporta il tessuto biologico dal punto di vista **elettrico** durante un trattamento **resistivo** e durante un trattamento **capacitivo**.*

*Per studiare il comportamento dell'insieme **elettrodi + tessuto biologico**, possiamo considerare questo insieme come un qualsiasi circuito munito di due terminali di ingresso.*
In questo modo andremo ad osservare come si comporta il nostro circuito al passaggio della corrente indipendentemente dai complessi fenomeni biologici che avvengono al suo interno in seguito al passaggio della corrente.
*Applicando una **tensione sinusoidale** e misurando l'**ampiezza** e la **fase** della **corrente** che attraversa gli elettrodi, è possibile ricavare il valore della **impedenza** di ingresso del nostro circuito.*
*Le misure che abbiamo eseguito prevedono l'applicazione di due diversi livelli di **tensione alternata (V A.C. picco/picco)** agli elettrodi e la misurazione del corrispondente valore della **corrente alternata (I A.C. picco/picco)** che attraversa i tessuti.*
*Abbiamo poi calcolato per ciascuna misura il corrispondente valore assoluto dell'**impedenza Z**, che si ottiene semplicemente dividendo il valore della tensione per quello della corrente:*

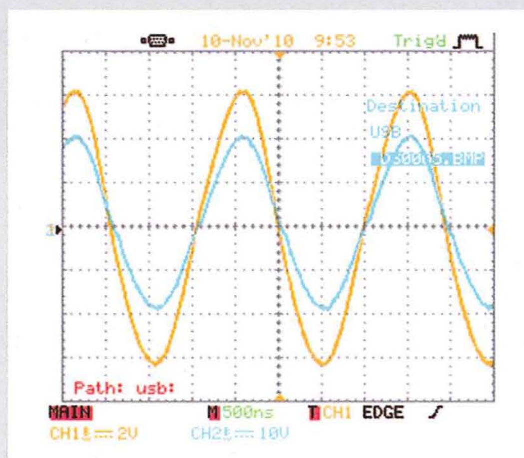
Z = V(p/p) : I (p/p)

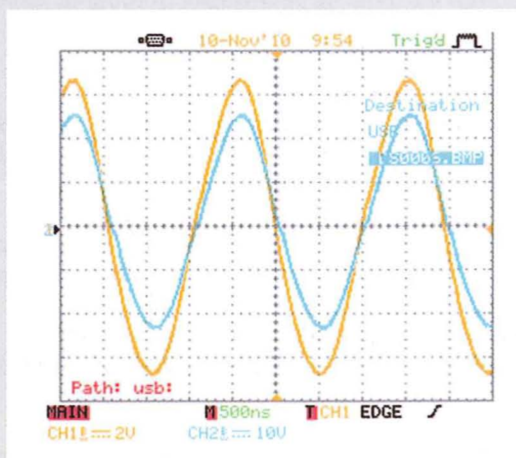
*La misura è stata eseguita sia con l'elettrodo **resistivo** che con quello **capacitivo**.*
*Di seguito riproduciamo la tabella e le schermate dell'oscilloscopio corrispondenti alla misura con l'elettrodo **resistivo**.*
*La sinusoide **arancione** corrisponde alla **corrente**, per la quale **1 quadretto** equivale a **0,2 Ampère**.*
*La sinusoide **azzurra** corrisponde alla **tensione**, per la quale **1 quadretto** equivale a **10 Volt**.*

Modo RESISTIVO

V A.C. (V p/p)	I. A.C. (A p/p)	Z (ohm)
40	1,03	38,8

V A.C. (V p/p)	I. A.C. (A p/p)	Z (ohm)
50	1,35	37,0





*Nella misura con elettrodo **RESISTIVO** abbiamo ottenuto un valore medio di impedenza di circa **37-38 ohm**. Questo valore rappresenta unicamente l'impedenza propria del **tessuto biologico** interposto tra i due elettrodi, perché la resistenza di contatto tra gli elettrodi e la cute risulta trascurabile.*
*Come potete notare la tensione e la corrente risultano **in fase** tra loro, indicando che l'impedenza dei tessuti ha un aspetto prevalentemente **resistivo**.*
*Questi sono invece i risultati e le schermate dell'oscilloscopio corrispondenti alla misura con l'elettrodo capacitivo. La sinusoide **arancione** corrisponde alla corrente, per la quale **1 quadretto** equi-*

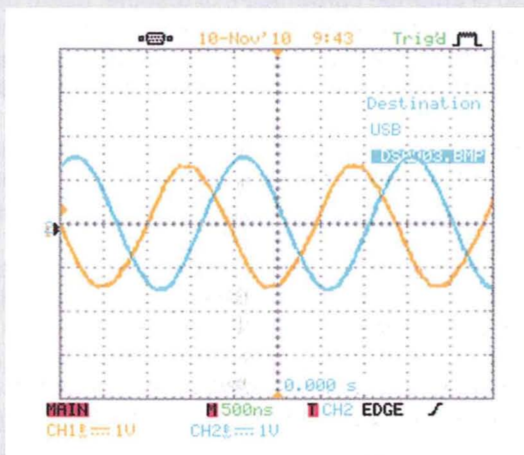


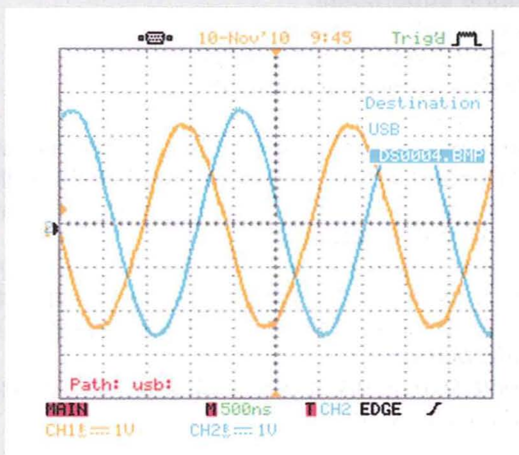
*vale a **0,1 Ampère**. La sinusoide **azzurra** corrisponde alla tensione, per la quale **1 quadretto** equivale a **100 Volt**.*

Modo CAPACITIVO

V A.C. (V p/p)	*I. A.C. (A p/p)*	*Z (ohm)*
300	***0,290***	***1.034***

V A.C. (V p/p)	*I. A.C. (A p/p)*	*Z (ohm)*
500	***0,470***	***1.063***





*La prima cosa che si nota osservando lo schermo dell'oscilloscopio è che la sinusoide che rappresenta la **corrente**, risulta **sfasata** rispetto alla sinusoide che rappresenta la **tensione**.*
*Per la precisione la corrente risulta sfasata **in anticipo**.*
*Questo conferma che il tessuto vivente si comporta come una impedenza di tipo prevalentemente **capacitivo**, e questa è una caratteristica dovuta alla sua costituzione intrinseca.*
*Nella misura con elettrodo **CAPACITIVO** abbiamo ottenuto un valore medio di impedenza di circa **1.050 ohm**.*
*Come potete notare, questo valore risulta notevolmente superiore perché in questo caso, alla impedenza **propria** del **tessuto**, si **somma** anche l'impedenza molto più alta dovuta allo strato di **Rilsan** che riveste l'elettrodo.*

*Dalla misura dell'impedenza si comprende molto bene perchè con l'elettrodo **resistivo** i valori della **corrente** che attraversa gli elettrodi risultano molto **più alti**, anche con tensioni applicate agli elettrodi non rilevanti. Questo è dovuto al fatto che in questo caso l'impedenza del tessuto presente tra gli elettrodi risulta **piuttosto bassa**.*
*Lo sviluppo di **calore** avverrà direttamente all'**interno** dei **tessuti**, e precisamente nella parte di questi che presenta una **maggiore impedenza**.*

*Con l'elettrodo **capacitivo**, viceversa, il valore di **corrente** che attraversa gli elettrodi è notevolmente **minore**, e occorre applicare una **maggiore tensione** per vincere l'impedenza elevata dell'**elettrodo**, che risulta **in serie** a quella molto più bassa dei tessuti biologici.*
*In questo caso il **calore** si sviluppa sulla **superficie** dell'**elettrodo** isolata dallo strato di Rilsan.*

*E' interessante notare che, anche se di valore inferiore, la corrente erogata durante il trattamento **capacitivo** presenta comunque un valore **rispettabile**.*
*Questo per sfatare l'errata convinzione di alcuni operatori i quali, sapendo che l'elettrodo capacitivo è isolato dal rivestimento di materiale plastico, credono che non vi sia **alcun passaggio** di corrente attraverso la sua superficie.*

USO della DIATERMIA in CAMPO ESTETICO

Oltre alle applicazioni in **campo medico-fisiatrico**, la **DCR** viene utilizzata con successo anche in **campo estetico**, ove consente di curare numerosi **inestetismi**.
Per la sua capacità di restituire la **tonicità muscolare** ai tessuti viene utilizzata nel trattamento di:

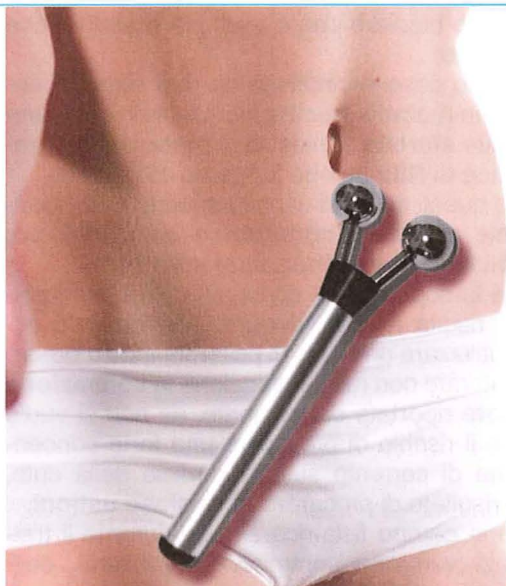
- **rughe superficiali**
- **borse sottopalpebre**
- **lassità del collo e del volto**
- **pelle a "buccia di arancia"**

Il trattamento superficiale della cute con diatermia, generando un **aumento localizzato** della **temperatura**, ha come effetto una **contrazione** delle fibre di **collagene**.
L'effetto aumenta con i trattamenti successivi, con l'accrescimento dell'attività dei **fibroblasti** e la produzione di nuovo **collagene**, **elastina** e **acido ialuronico**.
Si ottiene in questo modo un **effetto lifting** senza fare ricorso ad un intervento invasivo.

Nota: *questo è vero a patto che la temperatura utilizzata durante il trattamento non sia* ***troppo elevata****. In caso contrario si ottiene un effetto dannoso, cioè la* ***denaturazione*** *delle* ***fibrille collageniche****.*

Un uso importante si propone anche nel trattamento dell'**acne** (ma non nelle **cicatrici** derivanti da questo inestetismo), ove la diatermia viene utilizzata da sola oppure in associazione con **farmaci** che vengono somministrati per **veicolazione transcutanea** mediante l'elettrodo capacitivo.
Un'altra applicazione molto diffusa della diatermia è quella del trattamento della **cellulite**, soprattuttto di tipo **edematoso** di **1°** e **2° grado**, nella quale si sfrutta la proprietà dell'elettrodo capacitivo di **mobilizzare** i **liquidi**.
Nelle celluliti di **3°** e **4° grado**, all'uso dell'elettrodo **capacitivo** viene fatto seguire l'elettrodo **resistivo** che, lavorando più in profondità, agisce sui tessuti più resistenti come i **micro** e **macronoduli**.
Non bisogna dimenticare che nella cura della cellulite, all'approccio terapeutico va sempre accompagnato un miglioramento dello stile di vita, cercando di ridurre i fattori che concorrono a favorire questo problema.
Grazie al vigoroso flusso alternato di cariche elettriche che riesce a mettere in moto all'interno dei tessuti, la **diatermia** risulta di grande aiuto ovunque occorre rimuovere un eccessivo **accumulo** di **liquidi**.
E' il caso, ad esempio, dei **linfoedemi** che si manifestano frequentemente con il **gonfiore** alle **gambe**.
Accanto alla **circolazione arteriosa** che porta ai distretti del corpo l'**ossigeno** e i **nutrienti**, e alla circolazione **venosa** che asporta dai tessuti il sangue ricco di **anidride carbonica** e di **tossine**, esiste nel corpo umano una terza forma di circolazione, quella **linfatica**, che ha il compito di **drenare** l'**acqua** e le **proteine** in eccesso presenti negli spazi fra le cellule.
Insieme a questa funzione di eliminazione dei liquidi, la **circolazione linfatica** svolge un'altra importantissima funzione, quella di **difesa** contro i **batteri** e gli agenti patogeni in generale.
Se la circolazione linfatica non funziona correttamente, può instaurarsi un **linfoedema**, ad esempio negli **arti inferiori**.
In questo caso i vasi linfatici non riescono più a svolgere la loro continua funzione di **drenaggio** e il risultato è un **accumulo** eccessivo di **liquidi** negli spazi intercellulari, che si manifesta con un **gonfiore** alle **gambe**, che in fase iniziale può apparire e poi scomparire, alternativamente.
Al gonfiore possono accompagnarsi crampi, soprattutto notturni, formicolio e prurito.
Dopo avere eseguito gli accertamenti prescritti dal **medico** per diagnosticare le **cause** di questa patologia, che possono essere molteplici, la prima cosa da fare è adottare tutti gli accorgimenti utili a ridurre l'**edema**.
Insieme alla pressoterapia, al linfodrenaggio, ad una dieta adeguata, e all'uso della calza elastica e del plantare, la **diatermia**, grazie allo **sviluppo** di **calore** e all'**effetto bioelettrico**, è in grado di esercitare una azione molto efficace nella **eliminazione** dei **liquidi** dai tessuti insieme ai **cataboliti**, cioè ai prodotti di degradazione del metabolismo cellulare.
Il risultato è ancora più evidente se al trattamento viene accompagnato il **massaggio**, che ha il potere di potenziare ulteriormente l'effetto drenante della terapia.
Nell'uso estetico il trattamento viene perciò utilizzato con un **manipolo bipolare** il quale incorpora **entrambi** gli **elettrodi**, sia quello **fisso** che quello **mobile**.
In questo modo il campo elettrico applicato tra i due elettrodi viene ad interessare unicamente lo strato più **superficiale** della cute, e i suoi effetti si manifestano nella zona posta immediatamente al di sotto degli elettrodi, ad una **profondità** che può variare da **0,5** a **1cm** circa.

Fig.26 La maggior parte delle applicazioni della diatermia in campo estetico richiede di esercitare il trattamento nella parte superficiale della cute, ad una profondità non superiore ai 2 cm circa. Per questo si utilizza l'elettrodo bipolare raffigurato a lato, che è costituito da due sferette in acciaio e incorpora nello stesso manipolo sia l'elettrodo mobile che l'elettrodo fisso.



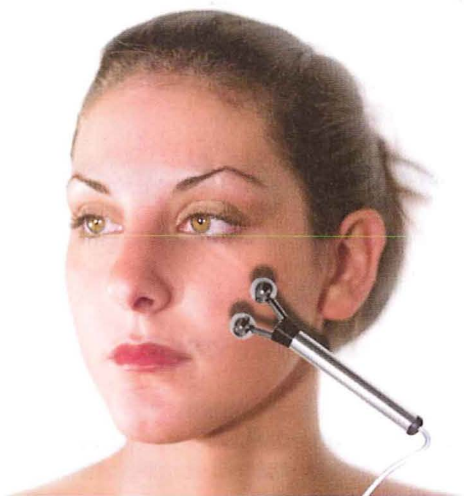


Fig.27 In figura è rappresentato l'impiego dell'elettrodo estetico di tipo resistivo, nella cura degli inestetismi del volto.
Con questo tipo di elettrodo è indispensabile non soffermarsi mai sulla cute, ma effettuare un continuo movimento circolare, che ha la funzione di distribuire uniformemente il calore evitando pericolosi surriscaldamenti.

Fig.28 A lato, l'elettrodo resistivo utilizzato per la cura delle lassità del collo. Nei trattamenti estetici è molto importante regolare la potenza erogata dallo strumento in modo che la temperatura della zona sottostante all'elettrodo non superi i 39 °C. In questo modo si ottiene una compattazione del collagene e un conseguente effetto di "stiramento" della cute.
Temperature troppo elevate provocano invece la denaturazione del collagene, con risultati diametralmente opposti.



L'elettrodo bipolare può essere sia **resistivo** che **capacitivo**.
Nel primo caso è costituito da due **sferette** entrambe in **metallo**, mentre nel secondo caso **una** delle due **sferette** è rivestita di **materiale isolante**, e cioè di **Rilsan**, che funge da **dielettrico**.
Anche questi elettrodi vanno cosparsi abbondantemente di **crema conduttrice** prima dell'uso, per evitare di creare bruciature sulla pelle.
Poiché la superficie di appoggio dell'elettrodo bipolare risulta **ridotta**, durante il trattamento occorre utilizzare un livello di **potenza molto basso** e monitorare con molta attenzione la **sensazione** di **calore** riportata dal paziente, se non si vuole correre il rischio di provocare una forte concentrazione di corrente sulla superficie della cute, con il risultato di procurare **pericolose ustioni**.
Come in campo fisiatrico a volte durante il trattamento vengono somministrati **farmaci**, così in campo estetico nel corso della seduta si può sfruttare l'azione prodotta dal movimento delle **cariche elettriche** e all'**innalzamento** della **temperatura** per fare penetrare **prodotti cosmetici** in profondità nella cute.

USO DELLO STRUMENTO

Per l'uso dello strumento potete fare riferimento alle istruzioni riportate nel precedente paragrafo dedicato all'uso fisiatrico-medicale.

L'unica differenza consiste nel fatto che l'apparecchio per uso cosmetico non può alloggiare gli elettrodi utilizzati nell'uso fisiatrico.

Preparazione del paziente

Prima di procedere al trattamento l'operatore deve **escludere** la presenza delle eventuali **controindicazioni** riportate nel precedente paragrafo **CONTROINDICAZIONI**, ed eseguire in sequenza le operazioni già indicate nel paragrafo "**Preparazione del paziente**".
Le precauzioni aggiuntive da tenere presente nell'uso estetico sono le seguenti:

- assicurarsi che il paziente non abbia utilizzato sulla pelle creme e prodotti a base di **retinolo** e **acido glicolico** nelle **24 ore** precedenti al trattamento.

A **fine** trattamento:

- **attendere** almeno **6 ore** prima di utilizzare **prodotti truccanti**.

Caratteristiche tecniche

Frequenza di lavoro: 470 kHz ± 10%
Potenza di uscita: 70 Watt
Tensione di uscita in modo R a vuoto: 330 Vpp
Tensione di uscita in modo C a vuoto: 900 Vpp
Capacità elettrodo capacitivo: 200 pF
Potenza di entrata: 270 VA
Tensione di entrata: 230 VAC ± 5%
Dimensioni : 40 x 36 x 13,5
Peso: Kg. 10

CONTROINDICAZIONI, PERICOLI e AVVERTENZE d'USO

Per le controindicazioni, per i pericoli e le avvertenze d'uso fare riferimento ai **precedenti paragrafi** relativi all'uso medico e fisiatrico.

CERTIFICAZIONE

L'apparecchio è attualmente in via di certificazione e sarà disponibile con il **marchio CE** e le relative autorizzazioni di legge.

ACCESSORI

Apparecchio per uso fisiatrico KM1780F

Accessori in dotazione:

- **Elettrodo fisso** cod.**MP1780.P**

Elettrodo mobile capacitivo
E' composto da un **manipolo** sul quale è possibile avvitare in senso **destrorso** gli **elettrodi capacitivi** di diverso diametro.

- **Manipolo** con filettatura **destrorsa** cod.**MP1780.FC**
- **Elettrodi capacitivi**:

diam. **40 mm** cod.**PM1780.41**
diam. **60 mm** cod.**PM1780.61**

Elettrodo mobile resistivo
E' composto da un **manipolo** sul quale è possibile avvitare in senso **sinistrorso** gli **elettrodi resistivi** di diverso diametro.

- **Manipolo** con filettatura **sinistrorsa MP1780.FR**
- **Elettrodi resistivi**:

diam. **40 mm** cod.**PM1780.40**
diam. **60 mm** cod.**PM1780.60**

- **Elettrodo resistivo ad uso estetico** cod.**1780.E**



Fig.29 In figura è visibile l'impiego dell'elettrodo resistivo nella cura degli inestetismi dell'addome. Oltre all'elettrodo bipolare, è possibile utilizzare anche la coppia di elettrodi tradizionali (fisso + mobile), specialmente quando la superficie da trattare risulta piuttosto ampia.



Fig.30 In questo caso l'elettrodo resistivo è utilizzato nel trattamento di una alterazione del pannicolo adiposo sottocutaneo della coscia, quella che viene definita comunemente con il nome di cellulite.

Apparecchio per uso estetico KM1780E

Accessori in dotazione:

- **Elettrodo resistivo** cod.**MP1780.E**

- **Elettrodo fisso** cod.**MP1780.P**

Elettrodo mobile capacitivo
E' composto da un **manipolo** sul quale è possibile avvitare in senso **destrorso** gli **elettrodi capacitivi** di diverso diametro.

- **Manipolo** con filettatura **destrorsa** cod.**MP1780.EC**
- **Elettrodi capacitivi**:
diam. **40 mm** cod.**PM1780.41**
diam. **60 mm** cod.**PM1780.61**

Elettrodo mobile resistivo
E' composto da un **manipolo** sul quale è possibile avvitare in senso **sinistrorso** gli **elettrodi resistivi** di diverso diametro.

- **Manipolo** con filettatura **sinistrorsa** cod.**MP1780.ER**
- **Elettrodi resistivi**:

diam. **40 mm** cod.**PM1780.40**
diam. **60 mm** cod.**PM1780.60**

Consumabili utilizzabili sia per uso fisiatrico che per uso estetico:

- **Crema conduttrice** cod.**PC0.crema**

Anche per l'uso in campo estetico abbiamo voluto sentire il parere di un esperto.

INTERVISTA con il Dr. N. Ciriaco



Il Dr. Nino Ciriaco è fondatore e coordinatore della Società Scientifica di Mesoterapia, Laserterapia e Medicina Estetica.
E' Presidente del Congresso internazionale di Medicina Estetica e specialista in Scienza dell'alimentazione presso l'Università di Roma.
E' stato docente di Fisiologia e Scienza dell'Alimentazione presso l'Università di Messina

Cell. +39 335 6495905
ninociriaco@email.it

Uno degli problemi che affligge maggiormente il sesso femminile è rappresentato dalla cellulite. Quali sono i risultati che possiamo attenderci in questo campo ?

*E' vero, uno degli inestetismi più frequenti è rappresentato dalla cosiddetta "**cellulite**". Dico cosiddetta, perché la cellulite vera e propria è in realtà una **infiammazione** degli **adipociti** localizzati, cioè delle cellule di grasso presenti sotto la cute. E, come ogni infiammazione, comporta **rossore**, **dolore** e **gonfiore**. Fortunatamente, la cellulite in quanto tale viene riscontrata di rado. Nei casi più frequenti, quella che affligge la maggior parte delle donne è invece la **P.E.F.S.**, un acronimo che indica la **Pannicolopatia-Edemato-Fibro-Sclerotica**, cioè una alterazione della morfologia del **pannicolo adiposo** sottocutaneo.*

In cosa consiste la P.E.F.S. ?

*Volendo dare una spiegazione semplificata, possiamo dire che la P.E.F.S. consiste in una modifica delle cellule che compongono il tessuto adiposo, che **aumentano** di **numero** e di **volume** e, agglomerandosi, **racchiudono liquidi** e progressivamente si **sclerotizzano**, formando dei **noduli**.*
Sono questi noduli che vengono percepiti al tatto.

Quali sono le armi oggi a nostra disposizione per sconfiggere la P.E.F.S. ?

*Se seguiamo un ordine cronologico, inizialmente abbiamo utilizzato la **mesoterapia**, con buoni frutti, ma con una limitazione, perché i risultati ottenuti erano legati unicamente alla **diminuzione** di **volume** degli adipociti.*
*Poi abbiamo avuto a disposizione l'**elettrolipolisi** che, essendo in grado di danneggiare la membrana degli adipociti, consente anche di **ridurne** il **numero**.*
*Azione similare è quella prodotta dalla **cavitazione**.*

*Infine, è arrivata la **diatermia**, utile metodica coadiuvante, perché nelle due configurazioni, capacitiva e resistiva, sopprime il **ristagno capillare-linfatico** e, aumentando la velocità di scorrimento del **microcircolo**, elimina le **scorie** metaboliche **tossiche**, apportando **ossigeno** ed **elementi nutritivi**.*
*Inoltre la diatermia interrompe le **reazioni fibrotiche** sottocutanee, cioè la formazione dei noduli fibrici della P.E.F.S. Grazie alla sinergia di **elettrolipolisi**, **cavitazione** e **diatermia** è possibile arrivare a una riduzione generalizzata del volume complessivo della massa adiposa, sfruttando le peculiarità di ciascuna metodica. Ovviamente queste metodiche vanno utilizzate sul paziente in conformità al suo stato "patologico" e solo dopo attenta diagnosi del medico.*



Speciale diatermia



Diatermia capacitiva – resistiva

Questo primo **SPECIALE** è dedicato alla **Diatermia capacitiva-resistiva**, un tipo di elettroterapia che si è andato sempre più affermando negli ultimi anni presso gli ambulatori fisiatrici, ove viene utilizzata per il trattamento delle patologie muscolo-scheletriche, nell'ambito della medicina sportiva, perché consente di ottenere ottimi risultati nella riabilitazione e nel recupero funzionale post-traumatico e, non da ultimo, nei centri di estetica, ove viene impiegata nel trattamento di numerosi inestetismi.
Come terapia coadiuvante, la diatermia trova inoltre una favorevole applicazione anche in campo veterinario.

Partendo dal principio di funzionamento, viene spiegato il meccanismo terapeutico della diatermia, e delle sue principali componenti, e cioè l'**effetto termico**, importante fattore di riduzione del dolore e di miglioramento dell'apporto ematico, e l'**effetto bioelettrico**, determinante nei processi di eliminazione delle tossine e nella rigenerazione dei tessuti.
Gli argomenti di maggiore interesse vengono focalizzati nelle interviste che l'autore ha realizzato con alcuni specialisti della materia.

La trattazione è corredata di istruzioni per l'uso dello strumento e di numerose tavole illustrate, che descrivono nel dettaglio le diverse applicazioni per uso fisiatrico ed estetico.

Un contributo che non ha la pretesa di esaurire la materia, ma di fornire una guida pratica, e allo stesso tempo documentata, a tutti coloro che si interessano di questo argomento.

Alla realizzazione dello **SPECIALE** "**Diatermia**" hanno collaborato: Giacomo Barra, Gianni Candini, Rosario Fiorillo, Antonio Mongelli, Daniela Petrassi



C.R.E. Editore
Via Cracovia 19 – 40139 Bologna
www.nuovaelettronica.it